

PCT/JP 01/04196

日 本 国 特 許 庁 19.06.01
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

REC'D 03 AUG 2001

WIPO PCT

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 5月17日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-148122

出 願 人
Applicant(s):

新日本製鐵株式会社
福寿工業株式会社

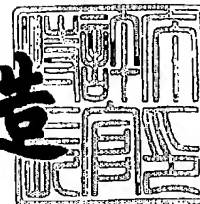
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 7月 6日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3063523

【書類名】 特許願
【整理番号】 1013844
【提出日】 平成13年 5月17日
【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿
【国際特許分類】 B23K 20/00
C22C 19/05

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県東海市東海町 5 - 3 新日本製鐵株式会社 名古屋製鐵所内

【氏名】 長谷川 泰士

【発明者】

【住所又は居所】 岐阜県羽島市小熊町西小熊 4 0 0 5 番地 福寿工業株式会社内

【氏名】 高木 豊

【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 593107672

【氏名又は名称】 福寿工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

特2001-148122

【選任した代理人】

【識別番号】 100113918

【弁理士】

【氏名又は名称】 亀松 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-146581

【出願日】 平成12年 5月18日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0018106

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液相拡散接合金属製精密機械部品とその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を有する金属製精密機械部品の前記搬送路の軸方向の任意の面で複数に分割し、それら部品を液相拡散接合によって貼り合わせたことを特徴とする液相拡散接合金属製精密機械部品。

【請求項 2】 管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を有する金属製精密機械部品の前記搬送路の軸方向の任意の面で複数に分割し、かつ V を原子%で 1 ～ 1 0 % 含有する接合用合金を前記分割面に挟持した部品を酸素：0. 0 1 質量%以上の酸化雰囲気中で液相拡散接合によって貼り合わせたことを特徴とする液相拡散接合金属製精密機械部品の製造方法。

【請求項 3】 請求項 2 において、分割面を、管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を含む単一面、連続多面、分割多面あるいは連続曲面、分割曲面とすることを特徴とする液相拡散接合金属製精密機械部品の製造方法。

【請求項 4】 管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を有する金属製精密機械部品の前記搬送路の軸方向の任意の面で複数に分割し、それら部品を酸素：0. 0 1 質量%以上の酸化雰囲気中で高周波誘導加熱による急速加熱で等温凝固実現のための熱源を、また荷重ないしはインストロン型の引張／圧縮装置で接合応力を、液相拡散接合の際の原子拡散に伴う継手組織均質化のための接合温度での等温保持を高周波誘導加熱を含む急速加熱による恒温保持炉で、次いで等温凝固後の冷却速度制御を、ガス、油あるいは水などの冷却媒体の吹きつけ、或いは継手自体の浸漬等で行い接合継手を含む機械部品の一部または全部の機械的特性を確保することを特徴とする液相拡散接合金属製精密機械部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法に関し、特に、従来一体成型で製造し、内部の複雑かつ精密な流体搬送用あるいは重量軽減用の管路もしくは小型摺動部品のシリンダーを有する機械部品等の組立時の液相拡散接合による金属製精密機械部品とその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

流体搬送用の管路、摺動部品の動作経路などを内部に有する精密部品、例えば内部冷却型タービン動翼、自動車用燃料噴射管、内燃機関シリンダーヘッド、上下水道用蛇口などは、その要求される使用特性に応じて、外形および内部構造が極めて複雑であり、その製造には多大な労力とコスト、更にはその製造に時間を必要とする。従って、その多くはロストワックスを利用する鋳造、あるいは鋼塊からの鍛造で外形を作成し、内部を研削あるいは穿孔で成形する例が殆どである。これらを幾つかの部品に分割して個々に製造し、最後に組み合わせて製品とするには、個別部品の加工精度を格段に向上させると同時に、最終形状において全く部品間に隙間の無いように組み立てる技術が必要となり、蒸気タービンあるいはガスタービンではその製造コストの半分近くを加工組立コストが占めるようになる。

【0003】

従って、鋳造、鍛造、削りだしによって製造する従来の方法が、ノウハウの蓄積もあって却って低コストとなる場合が多い。しかし、このような従来技術を今後も踏襲する以上、精密加工を必要とする機械部品などでは、工程コストが常に商品価格の大部分を占めるコスト構造が将来とも継続される可能性が高い。これら精密加工品のコスト構造は上記のように加工費が多くを占めており、材料コストは僅かであって部品の大きさ、形状に比して高額な部品とならざるを得ない。実際にエンジン部品は高価であり、これらが精密機械部品を組み込んだ装置全体のコストを著しく増大させ、優れた技術の普及において大きな障害となっていた。

【0004】

この高コスト構造を打開するには必然的に工程コストの低減、ひいては人件費

の低減を図る必要があることは自明だが、成熟社会環境下での人件費低減は困難であり、寧ろ上昇する傾向であることは周知の事実である。従って、優れた技術によって可能となった精密な機械部品の製造コストを低減し、工業的に安価に供給できる技術の開発が切望されていた。そのためには従来の製造方法とは全く異なる、新しい製造プロセスによって従来の製造技術を置き換える必要がある。

【0005】

同時に、コスト問題とも相俟って、機械加工で鍛造あるいは鋳造鋼塊から削りだし、更には穿孔などにより機械部品を製造する従来技術では、必然的に内部の管路は外部から直接穿孔によって到達できる直線上の管路のみから構成されなければならない、外部から到達できない管路あるいは外部に対して開口していない閉鎖系統は当然加工できない。しかるに、単なる外部に開口する直線上の管路だけでなく、曲率を不規則に有する管路あるいは内部に流体を充填した状態の閉鎖経路もしくは軽量化のために必用な閉鎖系管路は、これを鋼塊から加工によって製造することができない。こうした鋼塊製造の後に機械加工で外部から製造できない管路は、従来技術で製造することができず、そうした部品は設計ができないばかりでなく、発想に至ることすらできない場合が殆どであった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記のような従来技術が有する問題点、すなわち元来一体成型によって鋼塊とし、外部あるいは内部の構造を機械加工で製造する、内部に流体搬送用、重量軽減用、あるいは摺動部品通過のため等の目的を有する管路を備えた精密機械部品の製造に際し、従来技術ではなしえなかった、機械部品の全く新しい組立製造技術を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

液相拡散接合は、接合しようとする材料の接合面すなわち開先間に、被接合材料に比較して低い融点を有する合金、具体的には結晶構造の50%以上が実質的に非晶質であり、かつ拡散律速の等温凝固過程を経て継ぎ手を形成する能力を有する元素、例えばBあるいはPとNiないしはFeの多元合金を介在させ、継ぎ

手を挿入した低融点合金の融点以上の温度に加熱保持し、等温凝固過程で継ぎ手を形成する技術であって、通常の溶接技術と異なり、溶接残留応力が殆どないこと、あるいは溶接のような予盛りを発生しない平滑かつ精密な継ぎ手を形成できるなどの特徴を有する。特に、面接合であるため、接合面の面積によらず接合時間が一定でかつ比較的短時間で接合が完了する点は、従来溶接と全く異なっている。従って、開先さえ挿入した低融点金属以上の温度に所定の時間保持できれば、開先形状を選ばず、面同士の接合を実現することができる。

【0008】

本発明者らはこうした液相拡散接合の特徴を生かして、従来の非酸化雰囲気でのみ実現可能な液相拡散接合技術を、酸化雰囲気においても適用可能な新しい液相拡散接合用合金箔を、すでに特許第 1891618号公報、特許第 1891619号公報および特許第 1837572号公報に開示している。

本発明は、これらの特徴を有する液相拡散接合用合金を、元来一体成型によって鋼塊とし、外部あるいは内部の構造を機械加工で製造する、内部に流体搬送用、重量軽減用、あるいは摺動部品通過のため等の目的を有する管路を備えた精密機械部品の製造に際し、これを管路を含む面で複数に分割し、分割した面に箔、粉末、めっき、あるいはその他の面に倣った形状を有する合金として介在させ、機械部品の組立に際して接合面あるいは接合面を含む部品の一部分ないしは全部を、液相拡散接合用介在合金の融点以上の温度に必要な時間だけ加熱、保持して、液相拡散接合により機械部品を組み立て接合し、最終形状を確保することで、目的とする機械部品を得るものであり、その要旨は次の通りである。

(1) 管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を有する金属製精密機械部品の前記搬送路の軸方向の任意の面で複数に分割し、それら部品を液相拡散接合によって貼り合わせたことを特徴とする液相拡散接合金属製精密機械部品。

(2) 管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を有する金属製精密機械部品の前記搬送路の軸方向の任意の面で複数に分割し、かつ、Vを原子%で1～10%含有する接合用合金を前記分割面に挟持した部品を酸素：0.01質量%以上の酸化雰囲気中で液相拡散接合によって貼り合わせたことを特徴

とする液相拡散接合金属製精密機械部品の製造方法。

(3) (2)において、分割面を、管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を含む単一面、連続多面、分割多面あるいは連続曲面、分割曲面とすることを特徴とする液相拡散接合金属製精密機械部品の製造方法。

(4) 管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を有する金属製精密機械部品の前記搬送路の軸方向の任意の面で複数に分割し、それら部品の酸素：0.01質量%以上の酸化雰囲気中で高周波誘導加熱による急速加熱で等温凝固実現のための熱源を、また荷重ないしはインストロン型の引張/圧縮装置で接合応力を、液相拡散接合の際の原子拡散に伴う継手組織均質化のための接合温度での等温保持を高周波誘導加熱を含む急速加熱による恒温保持炉で、次いで等温凝固後の冷却速度制御を、ガス、油あるいは水などの冷却媒体の吹きつけ、或いは継手自体の浸漬等で行い接合継手を含む機械部品の一部または全部の機械的特性を確保することを特徴とする液相拡散接合金属製精密機械部品の製造方法。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明を実施するにあたり、対象とする機械部品の材質は特に限らない。液相拡散接合が適用できると考えられる金属材料はすべて本発明の技術を適用することが可能である。例えば、通常の炭素鋼、高炭素鋼、低炭素鋼など、通常の溶接が適用困難な材質であっても液相拡散接合は接合継ぎ手を実現可能である。また、CrあるいはNiを種々の割合で含有するステンレス鋼、高耐食合金鋼、Niを基材とするNi基合金やその他の合金および非鉄材料であるAl, Ti, Znおよびその他の実用金属などもそれらに適した接合用合金を用いれば、全て液相拡散接合が可能となる。また、液相拡散接合を実現する非晶質合金組成としても特段の制限はなく、米国特許第4,144,058号公報に記載の合金をはじめ、特開昭49-91014号公報等に記載のP, B, C等を拡散原子として含有する液相拡散接合用合金を使用することができる。

【0010】

本発明では、上記のような被接合材料と液相拡散接合用合金を用いて、内部に流体搬送用、重量軽減用、あるいは摺動部品通過のため等の目的を有する管路を

備えた、元来一体成型で製造していた精密機械部品を、最初に管路を含む面で複数に分割した部品毎に、例えばプレス成形あるいは圧延、研削、研磨など従来の一体成型と機械加工の組み合わせに対して安価な製造工程を経て製造し、それらを液相拡散接合用合金を介して組み立て、液相拡散接合によって一体化する工程を経ることが必要である。

【0011】

このときの分割すべき部品は、最終形状との対比で、内部に存在する管路を通過する面で分割してあることが必要で、これによって各部品をプレス成形などの安価かつ簡易な方法で製造可能ならしめる。また、この分割は2以上であれば幾つでも可能であって、製造が簡易化し、かつ製造工程が煩雑あるいは多数となる結果、従来製造工程に対して高価とまらない範囲で適宜選択すればよい。また分割面は平面でも曲面でも、連続あるいは不連続の多面ないしは曲面であってもよく、その形状は分割することで各部品の製造が容易になるように適宜選択すればよい。なお、最終形状の部品が内部に有する管路は連続した一つの経路でも、複数の独立した経路でも良く、管路自体の形状は自由で、単に組み立て時に接合する面が対応すればよく、特に制限はない。管路は外表面に対して開口していてもいなくても組み立ては可能である。なお、被接合材料と液相拡散接合用合金の組み合わせで接合部の特性は種々に変化する。

【0012】

また、本発明においては、適用する機械部品の仕様によって接合面の特性は自由に変えることができ、接合継ぎ手としての特性は特に制限がない。継ぎ手効率は1である必要はなく、かつ組織的にも完全に均質化している必要はない。もちろん継ぎ手効率が1で完全均質体であることは機械部品の特性上好ましいが、部品の製造コストに応じて決定することができる。また、組み立て終了後に機械部品に対して種々の熱処理、化成処理、加工を施すことが可能であって、例えば、鋼材であれば焼き入れ、焼き戻し、焼準、焼鈍などの熱処理工程を単独であるいは複合で、場合によっては繰り返し施すことも、部品としての特性を向上させるのに有効であって、本発明の効果を何ら妨げない。また、浸炭処理、窒化処理、めっき、あるいは塗装、粉末などの吹きつけ処理、ショットブラストなどの表面

加工も有効である。

【0013】

さらに、液相拡散接合による組み立てに際して、液相拡散接合を実現するための接合面の加圧、加熱は必要な条件を被接合材料と液相拡散接合用合金の種類に応じて決定すれば良く、加圧の方法、手段および加熱の方法、手段については、特に制限しないが、急速加熱を実現するには高周波誘導加熱が望ましく、また均一にかつ正確に接合応力を制御するためにはインストロン型の圧縮応力負荷機能を有する接合装置の使用が好ましい。また、接合雰囲気についても制限はない。通常の非酸化雰囲気での液相拡散接合が適用可能であり、加えてVを1~10原子%含有する液相拡散接合用合金を用いる場合、雰囲気中の酸素濃度が0.01%以上で接合が可能であり、非酸化雰囲気を用いる必要が無くなるため、製造コスト、工程の大幅な減少あるいは短縮が可能となる。これは、Vを1~10原子%含有する接合用合金が酸素を0.01%以上含有する雰囲気においても液相拡散接合を可能ならしめる機能を有することによるものであり、本発明の目的とする、精密機械部品の製造工程短縮とコスト低減を工業的に達成する上で有効である。加えて、量産性を高めるためには急速加熱用の熱供給源と恒温保持のための熱供給源を分割することが好ましく、例えば等温凝固終了までの加熱を高周波誘導加熱炉で実施し、その後の機械部品の仕様に応じた特性確保のための均質拡散処理を大型の電気炉で続けて実施することが好ましい。さらに、接合部の金属組織を均質化して機械部品の特性を向上させるために接合後の冷却を制御する必要があり、特に接合後の冷却速度はガス、油、あるいは水などの冷却媒体の吹きつけ等あるいは継手自体の浸漬等で行うことによって目的とする金属組織を自在に得られるようになる。

【0014】

【実施例】

図1および図2に示した半割形状の機械部品の、それぞれ第3図および図4に示す要領で突き合せ、その場合の突き合わせ面間に、突き合わせ面と裁断あるいは機械加工で同一の形状に加工した、30 μ mの厚みを有する、実質的に50%以上が非晶質である液相拡散接合用合金箔を挟み、液相拡散接合に必要なかつ十分な

応力を負荷して、部品全体を高周波誘導加熱コイルを有する雰囲気制御可能な炉に入れ、速やかに液相拡散接合温度に加熱して同温度で液相拡散接合の等温凝固に必要な時間保持し、しかる後に部品全体を室温まで冷却して、図5あるいは図6に示す要領で最終の外形に仕上げ加工して製品とした。使用した接合用合金の化学成分を表1に示す。また、ここで用いた材料の特性を表2に、主な化学成分とともに示した。また、箔の加工形状は、接合面と完全に同一な箔と、接合面を含む任意形状、実質的には長方形あるいは概略楕円形の箔を用いた場合との、接合後の製品特性に関する差異は全く見られなかった。すなわち、接合部の機械的特性あるいは仕上げ加工後の外観は全く同一であった。

【0015】

【表1】

表1. 液相拡散接合に用いる接合用合金組成（原子%）

記号	B	P	Si	V	残部
接合用合金1	3.0		1.0	4.5	Ni
接合用合金2	4.5		5.0	7.5	Ni
接合用合金3	2.0	1.0	0.5	2.5	Fe
接合用合金4		4.0		3.0	Ni
接合用合金5	3.5		2.0		Ni

【0016】

【表2】

表2. 被接合材料の化学成分（質量%）および引張特性（MPa）

	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	N	引張強さ	耐力
鋼材1	0.12	0.1	0.8				0.003	420	320
鋼材2	0.14	0.2	0.5	1.0	0.5	0.2	0.005	480	360
鋼材3	0.05	0.22	0.5	12.0			0.025	600	480
鋼材4	0.02	0.25	0.5	18.2		8.0	0.007	650	420

【0017】

接合用の箔の厚みについては、 $30\mu\text{m}$ の箔を2枚あるいは3枚と重ねて用いた場合も全く同様の特性を得た。液相拡散接合を実現する温度については、用いる箔の融点との関係で最適値があり、本実験の箔では融点 $+50\sim150^{\circ}\text{C}$ と考えられており、各種の箔に対応して $850\sim1400^{\circ}\text{C}$ まで選択可能であり、かつ当該温度に加熱する必要がある。さらに液相拡散接合の等温凝固過程は、一般的な拡散原子であるBあるいはP等の拡散律速によって生じる特殊な凝固現象であり、被接合材料中へのBあるいはP等の拡散速度で決定される因子であるが、接合温度によって拡散速度は大きく変化し、高温ほど短時間で等温凝固が終了する。従って、被接合材料と箔の融点によって、 $850\sim1400^{\circ}\text{C}$ の範囲で、かつ部品製造上、工業的に実現可能な時間が適宜選択されるべきであって、ここでは10秒から3600秒の範囲で決定した。

【0018】

組立接合後の加工については、部品の最終形状と、接合直後の部品形状との差異によって加工量が決まる。接合後の部品形状が最終形状と全く同一の場合には仕上げ加工は不要であり、実質的に最終形状が加工精度誤差の範囲内で接合直後の部品形状に一致する場合も同様である。図5の場合は機械加工のみで最終部品としたが、図6の場合には接合後の部品に別途加工準備したディスクをねじ加工した接合後部品に嵌合し、最終部品とした。この接合後の加工あるいは組立については、最終製品形状と組み立て工程のコストあるいは簡易化の観点からの工程分割の観点から適宜選択すればよい。

【0019】

図5に示した部品は内部に管路を有する流体噴射ノズルであり、最終形状を得た部品を機械部品として使用したところ、鍛造と研削で製造した同一形状の部品と母材及び接合部ともに使用性能上全く同一の特性を発揮した。すなわち、高温酸化特性（部品外表面の単位時間あたりにおける酸化スケール厚み増加）、耐摩耗性（硬度）、流体圧力に対する接合面の強度は全く同一の値であった。これらの結果を表3に示した。

【0020】

【表3】

表3. 流体噴射ノズルの使用特性評価結果

		300°C×1000時間 酸化スケール厚み	硬度 Hv(1kg)	引張強度 (MPa)
本発明部品	母材部	27 μ m(外表面)	224	474
	接合部	26 μ m(外表面)	231	481
従来部品		28 μ m(外表面)	227	477

註1) 本発明部品：半割部品をプレス成形で加工し、液相拡散接合で組み立て、仕上げ加工して製品としたもの

註2) 従来部品：鍛造鋼塊から機械加工で外形を成型し、さらに内部管路を精密加工によって穿孔して仕上げたもの

【0021】

図6に示した部品は流体搬送用管路の最終出口に相当し、いわゆる蛇口の機能を有している。部品を半割で整形することで、従来鋳造で一体整形していた蛇口の内面肌が、 $R_{max}=1\text{mm}$ であったものが、 $R_{max}=0.01\text{mm}$ に飛躍的に向上し、かつ組立接合工程を適用することで工程コストが低減でき、製造工程そのものも30%の時間短縮を見た。組立接合を用いた場合の蛇口を上水道に適用し、試用したところ、従来一体成型品と同様に機能し、かつ水漏れなどは一切無く、さらに水道蛇口内面が平滑であったために水垢などの付着物が蛇口内面に全く生成せず、水質の向上が見られた。なお、図5および図6に示した流体噴射ノズルおよび蛇口の液相拡散接合条件を表4に示した。この液相拡散接合条件は、すでに述べたように、接合箔と被接合材料の材質あるいは使用時の必要特性を考慮して適宜選択することができる。

【0022】

【表 4】

表 4. 液相拡散接合条件例

	接合温度	接合応力	保持時間	接合加熱雰囲気中O ₂ 濃度
流体噴射ノズル	1150℃	3MPa	300秒	18%
蛇口	1250℃	12MPa	35秒	0.03%

【0 0 2 3】

【発明の効果】

本発明は元来、一体成型によって製造する、内部の複雑かつ精密な管路を有する精密機械部品の製造を、簡易に製造可能な分割部品から、それらを液相拡散接合あるいは面接合を可能とする他の接合技術によって貼り合わせる工程を適用する事で、金属製精密機械部品の安価かつ効率的に製造する方法を提供可能にするものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

一体成型によって製造する機械部品を、その内部に有する管路を通過する面で分割した場合の分割部品形状を示す図で、特に流体噴射ノズルを示す図である。

【図 2】

一体成型によって製造する機械部品を、その内部に有する管路を通過する面で分割した場合の分割部品形状を示す図で、特に流体搬送路の蛇口の分割部品形状を示す図である。

【図 3】

流体噴射ノズルの液相拡散接合による組立時の突き合わせ状態を模式的に、接合面に垂直な方向から示した図である。

【図 4】

蛇口の液相拡散接合による組立時の突き合わせ状態を模式的に、接合面に垂直な方向から示した図である。

【図 5】

流体噴射ノズルを液相拡散接合によって組立て、しかる後に実施する仕上げ加工部位を、部品の内外について示した図である。

【図6】

蛇口を液相拡散接合によって組立て、別途加工したディスク部品の形状と、その嵌合要領を示した図である。

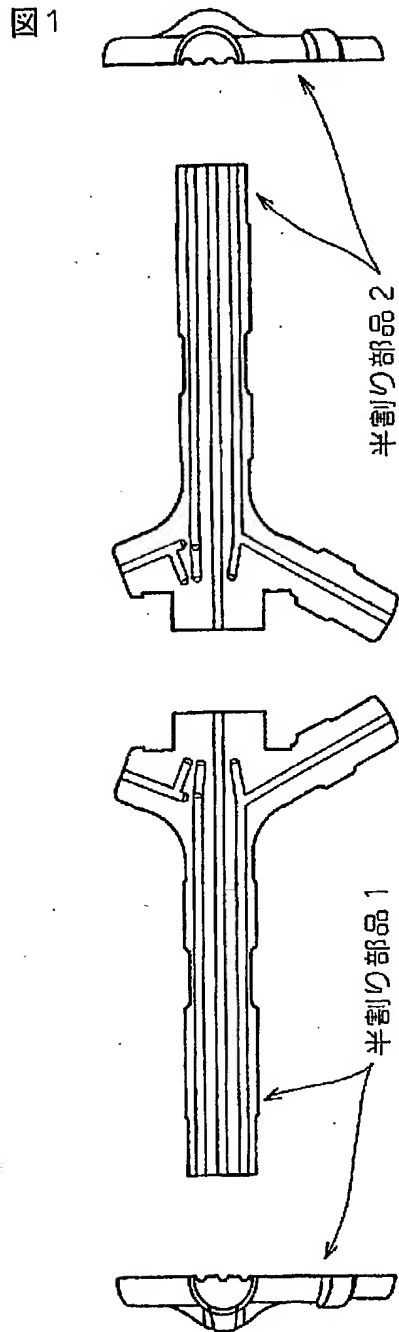
【符号の説明】

- 1 … 流体噴射ノズルの半割部品
- 2 … 流体噴射ノズルの半割部品
- 3 … 流体搬送蛇口の半割部品
- 4 … 流体搬送蛇口の半割部品
- 5 … 蛇口の垂直構造物への固定ディスク部品

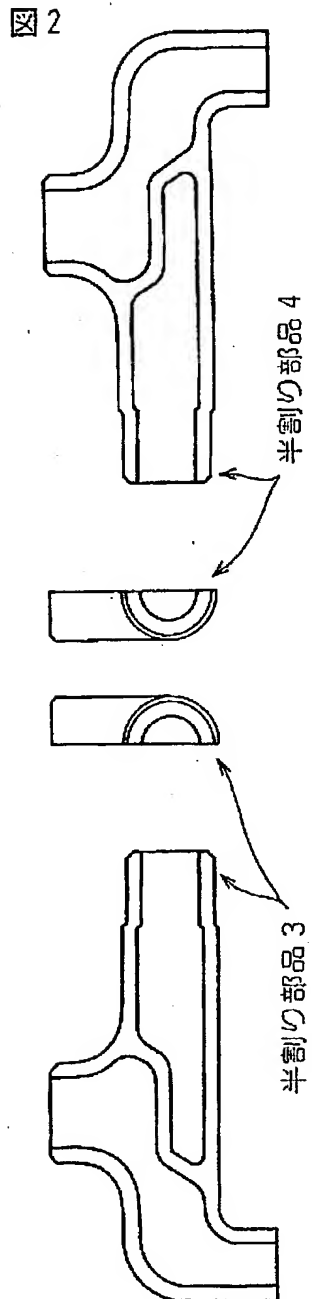
【書類名】

図面

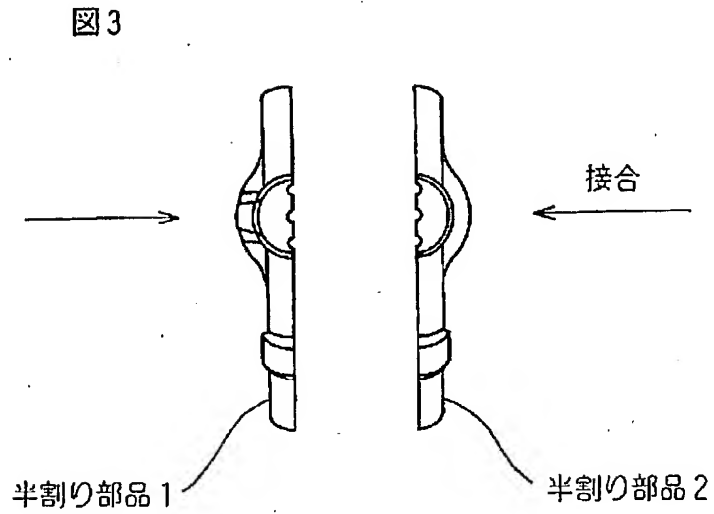
【図1】



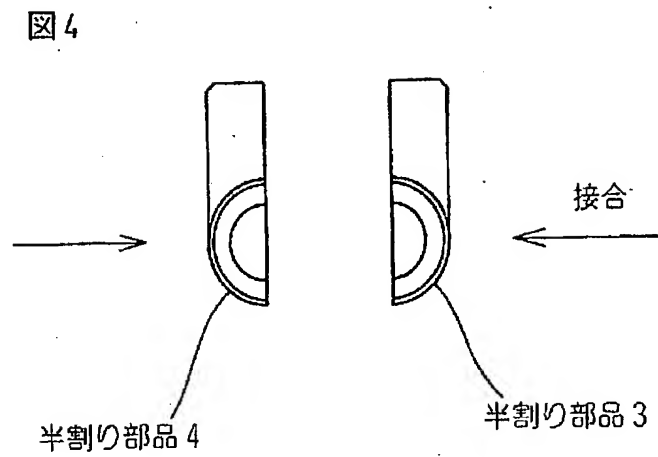
【図2】



【図3】



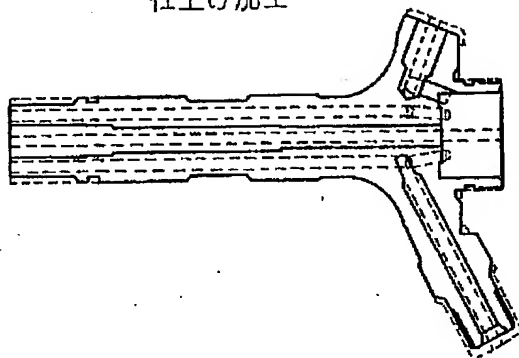
【図4】



【図5】

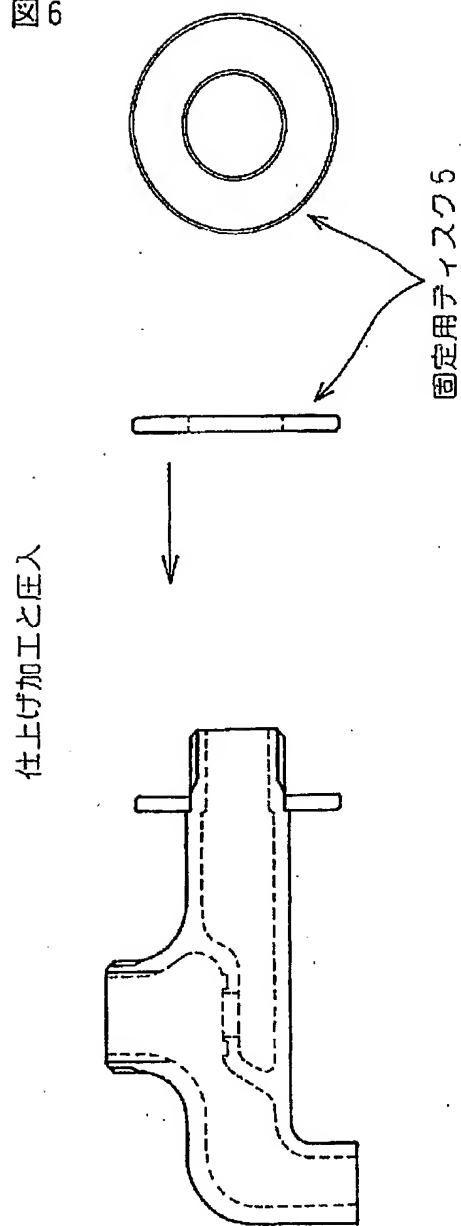
図5

仕上げ加工



【図6】

図6



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 内部の複雑かつ精密な流体搬送用あるいは重量軽減用の管路もしくは小型摺動部品のシリンダーを有する機械部品等の組立時の液相拡散接合による金属製精密機械部品とその製造方法を提供する。

【解決手段】 管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を有する金属製精密機械部品の搬送路の軸方向の任意の面で複数に分割し、かつ、Vを原子%で1～10%含有する接合用合金を前記分割面に挟持した部品を酸素：0.01質量%以上の酸化雰囲気中で高周波誘導加熱による急速加熱による恒温保持炉で、次いで等温凝固後の冷却速度制御を行い接合継手を含む機械部品の一部または全部の機械的特性を確保する液相拡散接合金属製精密機械部品の製造方法。

【選択図】 図3

特2001-148122

出願人履歴情報

識別番号 [000006655]

1. 変更年月日 1990年 8月10日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
氏 名 新日本製鐵株式会社

特2001-148122

出願人履歴情報

識別番号 [593107672]

1. 変更年月日 1993年 4月27日
[変更理由] 新規登録
住 所 岐阜県羽島市小熊町西小熊4005番地
氏 名 福寿工業株式会社

PCT/JP 01/04196

日 本 国 特 許 庁 19.06.01
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

REC'D 03 AUG 2001

WIPO PCT

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 5月17日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-148102

出 願 人
Applicant(s):

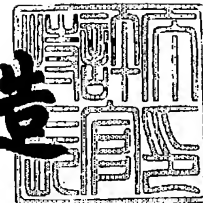
新日本製鐵株式会社
福寿工業株式会社

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 7月 6日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3063522

特 2 0 0 1 - 1 4 8 1 0 2

【書類名】 特許願
【整理番号】 1013843
【提出日】 平成13年 5月17日
【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿
【国際特許分類】 B23K 20/00
H05B 6/10

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県東海市東海町 5 - 3 新日本製鐵株式会社 名古屋製鐵所内

【氏名】 長谷川 泰士

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内

【氏名】 篠原 康浩

【発明者】

【住所又は居所】 岐阜県羽島市小熊町西小熊 4 0 0 5 番地 福寿工業株式会社内

【氏名】 高木 豊

【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 593107672

【氏名又は名称】 福寿工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100113918

【弁理士】

【氏名又は名称】 亀松 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-146853

【出願日】 平成12年 5月18日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0018106

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 900～1300℃の温度において、面圧を最大30MPaとし、応力負荷時間を少なくとも30秒以上とする接合条件下で実施する液相拡散接合であって、原子%で、BおよびPのうちの1種または2種の合計量を1～15%、Vを1～10%含有し、残部Feおよび不可避的不純物よりなる、酸化雰囲気での接合が可能で、その結晶構造が実質的に非晶質である液相拡散接合用合金を適用し、被接合材料の開先面の全ての箇所において、接合時の塑性変形に基づく接合応力負荷方向の収縮量が5%以下であることを特徴とする液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

【請求項2】 前記液相拡散接合用合金がNi基非晶質合金であることを特徴とする請求項1記載の液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

【請求項3】 請求項1または2において、被接合材料開先表面の粗さ(R_{max})を100μm以下に仕上げた部品に適用することを特徴とする液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

【請求項4】 請求項1～3の何れかの項において、被接合材料の化学成分への機械的特性あるいは耐食性をそれぞれ適合させ、継手特性を向上させるために、原子%で、

C : 0.1～10.0%、

Si : 0.1～5.0%、

Mn : 0.5～5.0%、

Cr : 0.1～20.0%、

Mo : 0.1～5.0%、

Nb : 0.01～5.0%、

Ti : 0.01～5.0%、

の一種または2種以上を含有する実質的に非晶質である接合用合金を用いることを特徴とする液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法に関し、特に、従来一体成型で製造し、内部に精密な流体搬送用あるいは重量軽減用の管路もしくは小型摺動部品のシリンダー等を有する金属製機械部品の組立接合に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

流体搬送用の管路、摺動部品の動作経路などを内部に有する精密部品、例えば、内部冷却型タービン動翼、自動車用燃料噴射管、内燃機関シリンダーヘッド、上下水道用蛇口などは、その要求される使用特性に応じて、外形および内部構造が極めて複雑であり、その製造には多大な労力とコスト、更にはその製造に時間を必要とする。従って、その多くはロストワックスを利用する鋳造あるいは鋼塊からの鍛造で外形を作成し、内部を研削あるいは穿孔で成形する例がほとんどである。これらをいくつかの部品に分割して個々に製造し、最後に組み合わせて製品とするには、個別部品の加工精度を格段に向上させると同時に、最終形状において全く部品間に隙間の無いように組み立てる技術が必要となり、蒸気タービン或いはガスタービンではその製造コストの半分近くを加工組立コストが占めるようになる。

【0 0 0 3】

従って、鋳造、鍛造、削りだしによって製造する従来の方法が、ノウハウの蓄積もあり、逆に低コストとなる場合が多い。しかし、そうした従来技術を今後も踏襲する以上、精密加工を必要とする機械部品などでは、工程コストが常に商品価格の大部分を占めるコスト構造が将来とも継続される可能性が高い。これら精密加工品のコスト構造は上記のように加工費が多くを占めており、材料コストはわずかであって部品の大きさ、形状に比して高額な部品とならざるを得ない。実際にエンジン部品は高価であり、これらが精密機械部品を組み込んだ装置全体のコストを著しく増大させ、優れた技術の普及において大きな障害となっていた。

【0 0 0 4】

この高コスト構造を打開するには必然的に工程コストの低減、ひいては人件費

の低減を図る必要があることは自明であるも、成熟社会環境下での人件費低減は困難であり、寧ろ上昇する傾向であることは周知の事実である。従って、優れた技術によって可能となった精密な機械部品の製造コストを低減し、工業的に安価に供給できる技術の開発が切望されていた。そのためには従来の製造方法とは全く異なる、新しい製造プロセスによって従来の製造技術を置き換える必要がある。

【0005】

また、コスト問題とも相俟って、機械加工で鍛造あるいは鋳造鋼塊から削りだし、更には穿孔などにより機械部品を製造する従来技術では、必然的に内部の管路は外部から直接穿孔によって到達できる直線上の管路のみから構成されなければならない、外部から到達できない管路あるいは外部に対して開口していない閉鎖系統は当然加工できない。しかるに、単なる外部に開口する直線上の管路だけでなく、曲率を不規則に有する管路あるいは内部に流体を充填した状態の閉鎖経路もしくは軽量化のために必要な閉鎖系管路は、これを鋼塊から加工によって製造することができない。こうした鋼塊製造の後に機械加工で外部から製造できない管路は、従来技術で製造することができず、そうした部品は設計ができないばかりでなく、発想に至ることすらできない場合が殆どであった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記のような従来技術が有する問題点、すなわち元来一体成型によって鋼塊とし、外部あるいは内部の構造を機械加工で製造する、内部に流体搬送用、重量軽減用、或いは摺動部品通過のため等の目的を有する管路を備えた機械部品の製造に際し、従来技術ではなしえなかった、機械部品の全く新しい組立製造技術を提供することを目的とする。さらに詳しくは、該機械部品の組み立てを液相拡散接合を用いて実施する際の、液相拡散接合用合金箔、およびその接合条件を提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

液相拡散接合は、接合しようとする材料の接合面すなわち開先間に、被接合材

料に比較して低い融点を有する合金、具体的には結晶構造の50%以上が実質的に非晶質であり、かつ拡散律速の等温凝固過程を経て継ぎ手を形成する能力を有する元素、例えばBあるいはPとNiないしはFeの多元合金を介在させ、継ぎ手を挿入した低融点合金の融点以上の温度に加熱保持し、等温凝固過程で継ぎ手を形成する技術であって、通常の溶接技術と異なり、溶接残留応力が殆どないこと、あるいは溶接のような予盛りを発生しない平滑かつ精密な継ぎ手を形成できるなどの特徴を有する。特に、面接合であるため、接合面の面積によらず接合時間が一定でかつ比較的短時間で接合が完了する点は、従来溶接と全く異なっている。従って、開先さえ挿入した低融点金属以上の温度に所定の時間保持できれば、開先形状を選ばず、面同士の接合を実現することができる。

【0008】

本発明者らはこうした液相拡散接合の特徴を生かして、従来の非酸化雰囲気でのみ実現可能な液相拡散接合技術を、酸化雰囲気においても適用可能な新しい液相拡散接合用合金箔を、すでに特許第 1891618号公報、特許第 1891619号公報および特許第 1837572号公報に開示している。

これらの特徴を有する液相拡散接合用合金を、元来一体成型によって鋼塊とし、外部あるいは内部の構造を機械加工で製造する、内部に流体搬送用、重量軽減用、あるいは摺動部品通過のため等の目的を有する管路を備えた精密機械部品の製造に際し、これを管路を含む面で複数に分割し、分割した面に箔、粉末、めっき、あるいはその他の面に倣った形状を有する合金として介在させ、機械部品の組立に際して接合面あるいは接合面を含む部品の一部分ないしは全部を、液相拡散接合用介在合金の融点以上の温度に必要な時間だけ加熱、保持して、液相拡散接合により機械部品を組み立て接合し、最終形状を確保することで、目的とする機械部品を得る。

【0009】

上記のような機械部品組み立て接合に液相拡散接合を適用する際、重要なことは、接合によって組み立てた機械部品の仕様特性である。特に、工業的な量産効果を高めるためには製造工程が極力簡易化され、同時に低コストであることが望ましい。複数に分割加工された部品を最終形状に液相拡散接合によって組み立て

加工する際、液相拡散接合に必須の、接合面に対する接合応力の負荷は、被接合材料の形状変化が極力少なく、かつ最終形状に組み立てた部品の形状修正加工は極力少ないことが求められる。

【0010】

本発明者らは液相拡散接合を用いた機械部品の製造について研究開発を進めた結果、組み立て接合を終了した機械部品に、形状の修正加工を施す必要がない条件とは、最終形状接合応力を負荷する際に、被接合材料の開先面のあらゆる部位において、接合時の塑性変形に基づく接合応力負荷方向の収縮量が5%以下であれば十分であることを実験的に確認した。工程コスト低減のためには接合雰囲気の特段に制限することは好ましくなく、雰囲気中の酸素濃度が0.01質量%以上であっても液相拡散接合を実現可能な合金箔を使用することが望ましいことも実験的に確認した。すなわち、本発明の要旨は次のとおりである。

(1) 900～1300℃の温度において、面圧を最大30MPaとし、応力負荷時間を少なくとも30秒以上とする接合条件下で実施する液相拡散接合であって、原子%で、BおよびPのうちの1種または2種の合計量を1～15%、Vを1～10%含有し、残部Feおよび不可避的不純物よりなる、酸化雰囲気での接合が可能で、その結晶構造が実質的に非晶質である液相拡散接合用合金を適用し、被接合材料の開先面の全ての箇所において、接合時の塑性変形に基づく接合応力負荷方向の収縮量が5%以下であることを特徴とする液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

(2) 前記液相拡散接合用合金がNi基非晶質合金であることを特徴とする請求項1記載の液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

(3) (1)または(2)において、被接合材料開先表面の粗さ(R_{max})を100μm以下に仕上げた部品に適用することを特徴とする液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

(4) (1)～(3)の何れかの項において、被接合材料の化学成分への機械的特性あるいは耐食性をそれぞれ適合させ、継手特性を向上させるために、原子%で、

C : 0.1～10.0%、

S i : 0.1 ~ 5.0 %、

M n : 0.5 ~ 5.0 %、

C r : 0.1 ~ 20.0%、

M o : 0.1 ~ 5.0 %、

N b : 0.01 ~ 5.0 %、

T i : 0.01 ~ 5.0 %、

の一種または2種以上を含有する実質的に非晶質である接合用合金を用いることを特徴とする液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

【 0 0 1 1 】

本発明は、上記のような機械部品組み立て接合のための接合用合金、接合条件、被接合材料開先面精度を限定することで、工程コストの少ない機械部品の製造方法を提供することが可能となる。

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

本発明において、目的とする機械部品の組立に際して、接合用合金は、その形状を特に規定しない。液相拡散接合を部品組み立て接合に適することが可能である、箔、粉末、あるいはメッキなどはすべて適用可能であって、本発明の効果を高める。ただし、液相拡散接合用合金として、原子%でBおよびPのうちの1種または2種の合計量を1~15%、Vを1~10%含有し、残部をNiあるいはFeと不可避的不純物よりなる、酸化雰囲気での接合が可能な、その結晶構造が実質的に非晶質であることが必要であり、その形態として箔、粉末、あるいは鍍金で組立接合時の接合界面に供給する事ができる。加えて、金属製精密機械部品を接合面の加圧が必要な液相拡散接合を適用して組み立てる際に、接合面に加える応力が過大となると、機械部品の望ましい最終形状が得られなくなる場合があり、これを避けるために、被接合材料の開先面の至る所において、接合時の塑性変形に基づく接合応力負荷方向の収縮量が5%以下となる必要がある。

【 0 0 1 3 】

また、液相拡散接合によって部品を組み立てるに際し、接合面間に介在させる接合用合金の厚みが比較的薄い場合には、接合面間の密着を必要とする液相拡散

接合においては接合応力に上限が存在する場合に、被接合材料表面の凹凸に起因する未接合部位すなわち接合欠陥が生じる可能性がある。従って、組立接合の際の被接合材料接合面は凹凸を減じておく必要があり、その表面粗度（ R_{max} 値）は $100\mu m$ 以下である。

【0014】

以上の被接合材料に対する制限値は以下に記述する実験によって決定した。請求項1に記載の化学組成を基本組成とする液相拡散接合用合金を、箔、粉末あるいは鍍金の形態で、図1に示す、内部に3本の管路を内包する流体搬送構造体を、その管路を通過する面で半割にした形状の部品に2分割し、その分割面を接合面とし、接合面間に介在させた。なお、図1の半割部品はプレス成形によって製造した。図2はその接合面と管路の様子であるが、このような形態の管路は、一体成形で製造した円筒から、後に外部より実施する穿孔では加工することができない。

【0015】

この半割部品を図3の分割面に垂直な方向から見た模式図の様に、接合面に垂直な方向の接合応力を種々に変更して負荷し、部品全体を液相拡散接合温度に加熱して所定の時間保持し、液相拡散接合を実現して組み立て部品とした。このとき、接合後の管路付近の変形程度を評価する目的で、管路の直径変化を接合の前後で測定した。表1に、試験体として0.14%の炭素を含有する、市販の400MPa程度の強度を有する軟鋼を用いた場合の、接合応力と管路の直径変化、すなわち、図4に示すように、 $\left[\left(\text{接合前の管路直径}7 - \text{接合後の圧縮方向管路直径}8 \right) / \left(\text{接合前の管路直径}7 \right) \right]$ の値を100分率で接合応力の値とともに示した。なお、接合温度は 1200°C 、接合時間は300秒である。表1ではさらに、接合後の管路が接合応力によって変形した場合、内部を摺動部品が潤滑剤とともに通過する際に焼き付きが発生したか否か、すなわち管路がシリンダー部品として正常に機能したかどうかを、また高速流体が通過する際に、管路の変形によって局所的な圧力上昇が生じ、流体温度が制限値を越えて上昇したか否かを同時に示した。

【0016】

【表1】

表1

記号	接合応力負荷方向 の圧縮量 (%) *	接合応力 (MPa)	ピストン摺動時 の焼付き発生	搬送流体温度上昇 の上限値超過
1	1.2	1	無し	無し
2	2.2	3	無し	無し
3	2.8	5	無し	無し
4	3.0	10	無し	無し
5	3.9	15	無し	無し
6	4.8	20	無し	無し
7	5.0	30	無し	無し
8	6.7	40	有り	有り
9	9.9	50	有り	有り
10	23.5	70	有り	有り

* 接合応力負荷方向の圧縮量 (%)

= (接合前の管路直径 - 接合後の圧縮方向管路直径) / 接合前の管路直径

【0017】

表1から、シリンダー内のピストン焼き付き発生が、接合応力負荷方向の材料収縮量、すなわち管路直径の変化率で5%超の場合に、また搬送流体（本実験では冷却用工業用水）の温度上昇が制限値（3.5℃）を越えることも同条件で発生することが分かる。これらの機械部品の機能不全は、被接合材料の種類、ピストン形状、潤滑油成分、搬送流体成分、流体搬送速度を種々に変えた場合には多少の接合応力依存性を示したものの、接合温度および接合応力を、製造工程コストを勘案した範囲内で変更する限りでは、概ね同様の条件で発生することが確認された。すなわち、機械部品として内部の管路変形は、接合応力負荷時に、接合応力負荷方向の収縮量で見て、5%以下に制限する必要があることが判明した。

そして、接合応力負荷方向の収縮量を5%以下に制限するためには、接合応力を30MPa以下に制限する必要があることが、表1から明らかである。この応

力と収縮量の関係は、接合温度1200℃における、300秒間に生じた熱間塑性変形に起因するものであり、応力が高ければ変形が大きく、従って負荷応力には制限が生じることとなる。この変形量は接合時間の関数でもあると考えられるが、実験の時間範囲、および後述する実施例の範囲内では明瞭な時間依存性は観察されなかったため、表1の結果をもって負荷応力の上限値を決定した。

【0018】

さらに、1200℃、300秒の接合条件において、10MPaの接合応力を付加した場合に、被接合材料の接合面粗さを、機械加工によって調整し、Rmax値の異なる材料において、接合部の健全性を、接合面断面の光学顕微鏡観察による未接合部の接合線長さに占める割合（以降「接合欠陥長さ率」と称する）との関係で図5に示した。予備実験によって接合欠陥長さ率が12以下で、接合継ぎ手の強度が母材の70%以上となることが判明しており、かつ接合継ぎ手効率は、工業的に使用される機械部品において殆どの場合に部品組立接合部で70%以上でないと信頼性高く使用できないことが、市場調査および信頼性評価実験によって判明している。従って、この場合も閾値を継ぎ手効率70%とし、その機械部品組立接合継ぎ手における判断基準を、接合欠陥長さ率の値で12と定めた。明らかに図5からRmax値が100を超えると接合欠陥長さ率の閾値である12を超えることが分かった。この関係は、被接合材料の種類、接合温度、接合時間に強い相関をもたず、殆どの条件で認められた。このことから機械部品組立接合における被接合材料の接合面粗さを最大で100μmに制限した。

【0019】

一方、液相拡散接合に用いる接合用合金は、Ni基あるいはFe基のものが開発され、実用化されているが、工業的用途に限っては、被接合材料に応じた接合用合金組成を、継ぎ手部の機械的あるいは化学的均一性を考慮して設計されたものは少ない。これは液相拡散接合継ぎ手における接合後の接合金属、すなわち溶接における溶接金属に相当する部位の幅が50μm以下ときわめて狭く、周囲の材料の拘束効果によって機械的特性が、また狭小であるが故の、環境に対する暴露面積が少ないことから化学的特性の不連続性は無視できる場合が殆どである。しかし、本発明が対象とする精密機械部品は小さなものが多く、数十μmでも、

不連続な性質を有する組織が継ぎ手に存在する場合、被接合材料の使用性能に影響を与える場合がある。そこで、本発明では被接合材料に応じて液相拡散接合用合金の化学成分を、機械的特性あるいは化学的特性の見地から、溶接材料における、いわゆる共金成分とすべく、制限する。

【0020】

その化学成分範囲は、原子%で、C:0.1~10.0%、Si:0.1~5.0%、Mn:0.5~5.0%、Cr:0.1~20.0%、Mo:0.1~5.0%、Nb:0.01~5.0%、Ti:0.01~5.0%の一種または2種以上を単独であるいは複合で含有することを特徴とする。同時にこの合金は、その結晶構造が実質的に非晶質であって、液相拡散接合を可能ならしめるべく、原子%でBおよびPのうちの1種または2種の合計量を1~15%、かつVを1~10%含有し、残部をNiあるいはFeと不可避免の不純物よりなることを特徴とする。Vの添加は被接合材料の化学成分均質化に有効な場合もあるが、主として酸化雰囲気での接合を可能ならしめるためである。上記の化学成分に関する制限は、以下の理由による。

【0021】

Cは、金属材料の強度を、固溶あるいは析出強化、さらには相変態を通して上昇させる。その効果を発揮させるためには0.1%が必要で、10%を超える場合には金属材料を脆化させる場合があるので、添加範囲を0.1~10%とした。

Siは接合用合金の非晶質形成能を高めるために必要で、かつ金属材料の粒内固溶強化を促進できる。その効果は0.1%で発現し、5%を超えると、接合金属内に酸化物として残留することがあるため、添加範囲を0.1~5.0%とした。

【0022】

Mnは金属材料の強度を、固溶強化あるいは相変態により上昇させる元素で、その効果発揮には0.5%が少なくとも必要であり、5.0%を超えて添加すると接合金属を脆化させるため、その添加範囲を0.5~5.0%とした。

Crは相変態の際の無拡散変態を助長して強度を向上し、同時に表面に保護被膜を形成して接合金属の耐食性を向上させる。0.1%未満では効果が無く、2

0%を超えると、接合用合金が実質的に非晶質となりがたくなるため、その添加範囲を0.1~20%とした。

【0023】

Moは固溶強化で高温強度を向上させる元素である。耐熱金属材料を接合する際に不可欠で、0.1%以下では効果が無く、5.0%を超えて添加する場合には粗大な酸化物あるいは金属間化合物を生成して接合金属を脆化させるため、その添加範囲を0.1~5.0に決定した。

Nb, Tiはいずれも炭窒化物形成元素であり、高温では接合金属の結晶粒粗大化を防止して靱性を向上し、室温あるいは低温では析出強化で接合金属の強度を上昇させる。それぞれ0.05%未満では効果が無く、5.0%を超えて添加すると析出物の粗大化によって接合金属が脆化するため、その添加範囲を0.05~5.0とした。

【0024】

【実施例】

請求項1、2および4に記載の化学成分を有する接合用合金箔を、箔、粉末あるいは鍍金の状態で、被接合材料として選定した、表2に示した化学成分を有する鋼材を、図1の形状を有する半割機械部品の組立時接合面間に、接合に十分な形状および面積を有するように介在させ、突き合わせた部品を速やかに液相拡散接合温度：900℃または1200℃に加熱し、しかる後に接合温度に60~300秒の時間保持し、冷却して部品とした。組立接合後は、必要に応じて外表面を仕上げ加工した。最終形状に至った部品は、内部の管路について、接合面と垂直な面で切断し、その接合時応力負荷方向の収縮量を、接合時応力負荷方向の管路直径変化で評価し、また接合面の接合前粗さと接合後の接合欠陥長さ率を測定し、接合面加工精度の影響を調査した。以上の結果を、被接合材料の化学成分とともに、表2に示した。

【0025】

【表2】

表2 本発明方法の機械部品製造条件と接合部位の評価結果

記号	液相拡散接合用合金の化学成分											接合応力 (MPa)	収縮量 (%)	接合前の接合面 粗度 Rmax(μm)	接合欠陥 長さ率 (%)
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Nb	V	Ti	B	P					
1	0.62	3.87	3.67		4.86	0.02	4.50	2.04	11.67		1.0	0.6		20	2
2	0.24	2.40	3.20		4.45		6.70	4.57	5.87		25.3	3.8		25	2
3	0.61	1.46	1.27			2.86	9.55	1.08	3.93		19.1	3.0		96	10
4		4.41	4.40			4.16	1.40		3.95		10.4	2.0		87	7
5	0.50	0.16			0.19	1.10	7.52		12.24		18.1	2.7		62	6
6	0.84	0.83	2.22	7.53	0.72	4.92	1.14		9.71		20.4	3.0		53	5
7	0.64	2.17	4.81	12.54	3.14	3.23	1.97		8.71		4.4	1.2		68	7
8	0.82		3.59	18.43		1.65	8.87		10.80		22.2	3.4		13	1
9	0.49		0.93			0.63	1.53		14.73		22.0	3.6		79	8
10	0.48					0.12	1.84		12.64		4.3	0.9		72	7
11	0.86					3.90	1.51	3.11	9.88		2.6	0.5		55	6
12	0.83					0.32	1.91	4.23	5.42		5.4	1.2		93	10
13	0.87	4.77	2.12			1.82	9.67	3.46	10.53		27.7	4.5		24	2
14	0.13	0.27	2.61	16.25	2.89		8.98		9.01		19.7	3.2		11	1
15		1.89	3.97		4.78		9.02		1.93		5.1	1.3		82	10
16		2.23	0.74		3.41		7.24		13.84		23.7	3.8		8	0
17		2.06	3.83	4.91	4.82	3.81	8.20		14.31		5.1	0.9		9	0
18	0.14	1.31				0.42	5.03		14.06		12.8	2.2		36	3
19	0.23	3.64					8.46		14.51		22.8	3.4		65	7
20	0.40	0.84	1.07	8.53	2.66		6.45			5.71	4.9	1.0		92	10
21	0.17	4.49	3.57	19.57	0.91		3.80			10.10	27.7	3.6		36	3
22							9.62			5.18	24.8	2.8		64	7
23	0.59	0.91	4.35				9.75			2.82	21.9	4.4		39	4
24	0.74	2.01	4.15				2.56	1.69		12.21	16.7	0.9		41	4
25	0.13	2.59	2.57				5.17			11.03	27.8	1.9		28	3
26							3.67			14.56	4.2	3.0		95	10
27							9.61			10.45	12.83	9.8	1.1	90	9
28	0.29	3.77	3.73				3.12			5.38	7.96	19.8	0.4	20	2
29	0.74	0.53	0.96				1.88			13.76	4.19	5.7	0.4	98	10

【0026】

表2の結果から、本発明方法を用いて組み立て接合した機械部品の接合部位特性は、内部管路が機械部品の使用性能を十分に満足し、一体成型によって高価な

コストと長い工程を経て製造した従来の技術、すなわち従来方法によって製造した機械部品と何ら遜色無い性能を発揮することが判明した。

【0027】

表3には、本発明方法に類似してはいるものの、本発明技術の制限外で製造したことによって、機械部品の特性が、一体成型によって製造した従来技術による機械部品の特性に対して、一部劣っているものの評価結果である。ただし、この場合でも従来技術で、図1に示した機械部品のごとき管路を、従来技術により製造することは全く不可能であることに変わりはない。

【0028】

【表3】

表3 比較方法による機械部品製造条件と接合部位の評価結果

記号	液相拡散接合用合金の化学成分										接合応力 (MPa)	収縮量 (%)	接合前の接合面 粗度 R_{max} (μm)	接合欠陥 長さ率 (%)
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Nb	V	Ti	B	P				
A	12.5		0.12			4.95	8.32		5.05		12.6	5.4	96	15
B		0.80	0.99	4.37		3.98	0.3		12.46		9.4	3.3	68	14
C	0.93	0.21		13.07		0.08	16		14.17		19.6	6.9	15	17
D	0.92	0.74		25		2.17	2.00		13.85		3.4	2.2	73	18
E	0.99	0.45			8.1	1.60	6.93	4.16	11.00		11.2	4.9	69	21
F	0.52		0.42		2.54	7	5.17	0.28	9.46		18.8	6.6	96	20
G	0.93		0.58		4.58		6.58	9.1	8.21		24.8	8.7	62	18
H	0.63	11	0.56	17.28	3.26		4.29		8.91		24.7	9.6	78	14
I	0.49		7.5	14.81	4.28		8.45		11.26	13.59	15.1	5.3	4	15
J	0.49			8.38	3.54		2.19		21.00	9.45	3.2	1.1	88	15
K	0.61			11.53			4.25			19.50	6.0	3.1	49	13
L	0.83		0.15				3.04			7.05	35.5	6.6	150	16
M			0.51				2.21			11.77	41	9.2	85	10

【0029】

表 3 の比較方法による機械部品 A ～ M の製造条件と接合部位の評価結果において、機械部品 A は、接合用合金の組成のうち C (炭素) が高く、接合金属が脆化して液相拡散接合における等温凝固時に凝固割れが発生した結果、接合欠陥長さ率が閾値を超えたもの、B は接合用合金に添加した V 量が不足して接合金属内に多量の酸化物が残留した結果、接合欠陥長さ率が閾値を超えたもの、C は添加 V 量が過多となり、V 系の酸化物が接合金属内に多量に残留した結果、接合欠陥長さ率が閾値を超えたもの、D は接合金属に添加した Cr が 20 原子%を超えたため接合用合金が非晶質とならず、合金内に著しい偏析と、Cr 系硼化物が生成し、結果として液相拡散接合が不可能となり接合欠陥長さ率が閾値を超えたもの、E は Mo が過多となり、Mo を含む金属間化合物が接合金属中に多量に生成し、接合欠陥長さ率が閾値を超えたもの、F は Nb が、G は Ti がそれぞれ過多となり、共に粗大な炭窒化物が等温凝固の最終凝固位置に線上に並び析出し、接合欠陥長さ率が閾値を超えたもの、H は Si が過多で、Si 系酸化物が接合金属内に多量の酸化物が残留した結果、接合欠陥長さ率が閾値を超えたもの、I は接合金属中の Mn が過多で、接合金属の強度が上昇し過ぎて脆化し、凝固時の割れとなって接合欠陥長さ率が閾値を超えたもの、J は B (ボロン) の濃度が高く液相拡散接合自体は可能であったものの、硼化物が大量に接合金属中に残留し接合欠陥長さ率が閾値を超えたもの、K は P が多く、燐化物が大量に接合金属中に残留し接合欠陥長さ率が閾値を超えたもの、L は接合応力と接合前の接合面加工精度が低く粗度が高かったため、高応力によって接合応力負荷方向の収縮量が 5 % を超え、同時に接合欠陥長さ率が閾値 1.2 を超え、機械部品として使用性能が満足できなかったもの、M は高応力によって接合応力負荷方向の収縮量が 5 % を超え、機械部品として使用性能が満足できなかったものである。

【0030】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明は、機械部品の製造を、簡易に製造可能な分割部品から、それらを液相拡散接合によって貼り合わせる工程を適用する際の、液相拡散接合の接合条件と接合用合金組成を限定することで、機械部品を安価かつ効率的に製造する方法を提供することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

内部に 3 本の管路を有する円筒状機械部品の俯瞰図である。

【図 2】

機械部品を管路を含む面で分割し、2 つの半割部品とした際の接合断面および接合面と垂直な方向から見た半割部品形状を示す図である。

【図 3】

半割部品の液相拡散接合による組立接合時の突き合わせ要領と接合応力負荷方向を示す図である。

【図 4】

図 3 で示した接合面突き合わせ時の管路部分を拡大した図である。

【図 5】

接合欠陥長さ率と接合前の接合面粗度の関係を示す図である。

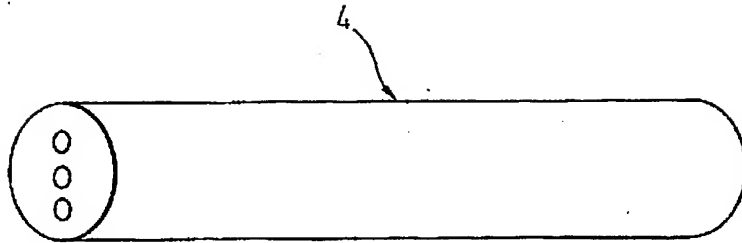
【符号の説明】

- 1 …機械部品内部の管路 1
- 2 …機械部品内部の管路 2
- 3 …機械部品内部の管路 3
- 4 …内部に管路を有する円筒状機械部品
- 5 …管路を通過する面で分割した半割部品左部分
- 6 …管路を通過する面で分割した半割部品右部分
- 7 …接合応力負荷前の管路直径
- 8 …接合応力負荷前の管路直径
- 9 …接合応力負荷後、組立終了時の管路直径
- 10 …組立接合時の接合応力負荷方向

【書類名】 図面

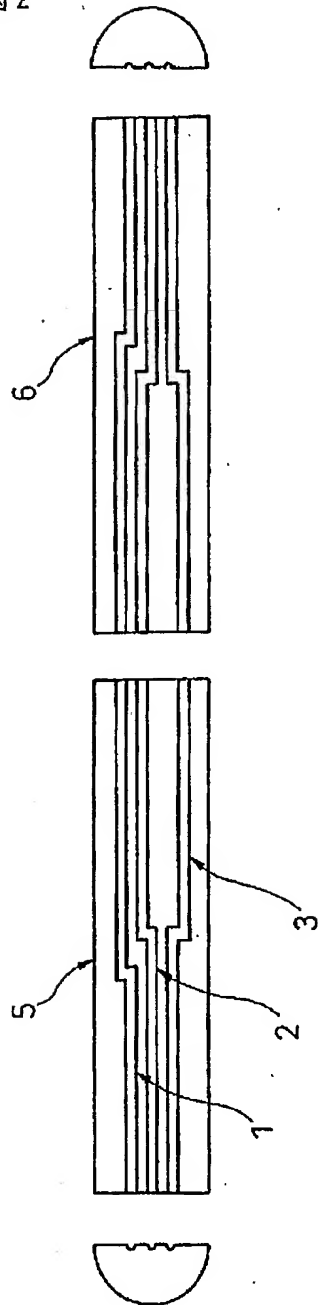
【図1】

図1



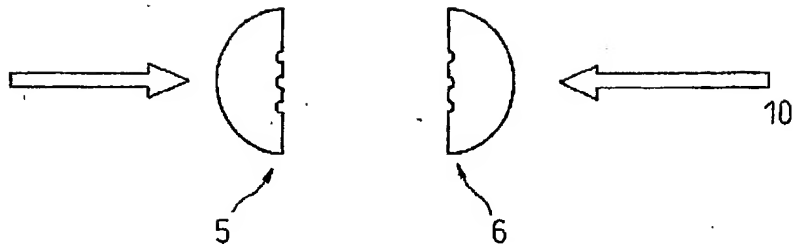
【図2】

図2



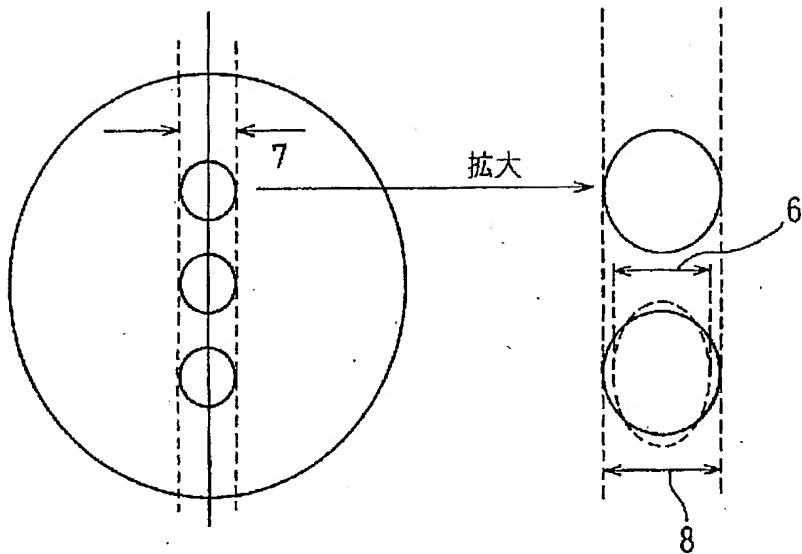
【図3】

図3

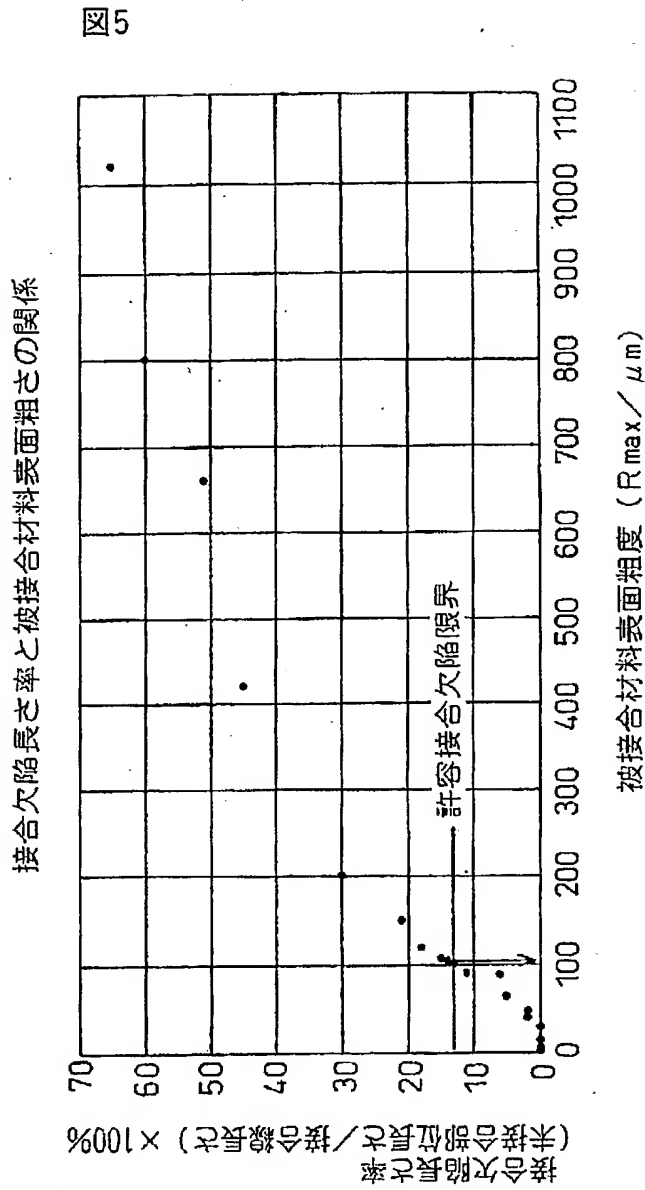


【図4】

図4



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来一体成型で製造し、内部に精密な流体搬送用あるいは重量軽減用の管路もしくは小型摺動部品のシリンダー等を有する金属製精密機械部品の液相拡散接合を用いた機械部品の組立接合を提供する。

【解決手段】 900 ～1300℃の温度において、面圧を最大30MPaとし、応力負荷時間を少なくとも30秒以上とする接合条件下で実施する液相拡散接合であって、原子%で、BおよびPのうちの1種または2種の合計量を1～15%、Vを1～10%含有し、残部Feおよび不可避的不純物よりなる、酸化雰囲気での接合が可能で、その結晶構造が実質的に非晶質である液相拡散接合用合金を適用し、被接合材料の開先面の全ての箇所において、接合時の塑性変形に基づく接合応力負荷方向の収縮量が5%以下である液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

【選択図】 図3

特2001-148102

出願人履歴情報

識別番号 [000006655]

1. 変更年月日 1990年 8月10日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
氏 名 新日本製鐵株式会社

特2001-148102

出願人履歴情報

識別番号 [593107672]

1. 変更年月日 1993年 4月27日
[変更理由] 新規登録
住 所 岐阜県羽島市小熊町西小熊4005番地
氏 名 福寿工業株式会社

PCT/JP 01/04196

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

19.06.01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

REC'D 03 AUG 2001

W/IPO PCT

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 5月18日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-146853

出 願 人
Applicant(s):

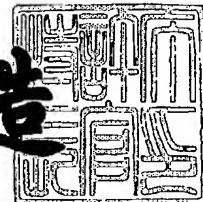
新日本製鐵株式会社
福寿工業株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 7月 6日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3063280

【書類名】 特許願

【整理番号】 1003686

【提出日】 平成12年 5月18日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 B23K 20/00
H05B 6/10

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術
開発本部内

【氏名】 長谷川 泰士

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術
開発本部内

【氏名】 篠原 康浩

【発明者】

【住所又は居所】 岐阜県羽島市小熊町西小熊 4 0 0 5 番地 福寿工業株式
会社内

【氏名】 高木 豊

【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 593107672

【氏名又は名称】 福寿工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9805563

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 900 ～1300℃の温度において、面圧を最大5MPaとし、応力負荷時間を少なくとも30秒以上とする接合条件下で実施する液相拡散接合であって、原子%で、BまたはPの1種または2種を1～15%、Vを1～10%含有し、残部Feおよび不可避免的不純物よりなる、酸化雰囲気での接合が可能で、その結晶構造が実質的に非晶質である液相拡散接合用合金を適用し、被接合材料の開先面の全ての箇所において、接合時の塑性変形に基づく接合応力負荷方向の収縮量が5%以下であることを特徴とする液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

【請求項 2】 前記液相拡散接合用合金がNi基非晶質合金であることを特徴とする請求項1記載の液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

【請求項 3】 請求項1または2において、被接合材料開先表面の粗さ(R_{max})を100μmに仕上げた部品に適用することを特徴とする液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

【請求項 4】 請求項1～3の何れかの項において、被接合材料の化学成分への機械的特性あるいは耐食性をそれぞれ適合させ、継手特性を向上させるために、原子%で、

C : 0.1 ～10.0%、

Si : 0.1 ～5.0 %、

Mn : 0.5 ～5.0 %、

Cr : 0.1 ～20.0%、

Mo : 0.1 ～5.0 %、

Nb : 0.01～0.5 %、

Ti : 0.01～0.5 %、

の一種または2種以上を含有する実質的に非晶質合金を用いることを特徴とする液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法に関し、特に、従来一体成型で製造し、内部に精密な流体搬送用あるいは重量軽減用の管路もしくは小型摺動部品のシリンダー等を有する金属製機械部品の組立接合に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

流体搬送用の管路、摺動部品の動作経路などを内部に有する精密部品、例えば、内部冷却型タービン動翼、自動車用燃料噴射管、内燃機関シリンダーヘッド、上下水道用蛇口などは、その要求される使用特性に応じて、外形および内部構造が極めて複雑であり、その製造には多大な労力とコストさらには時間を必用とする。従って、その多くはロストワックスを利用する鋳造あるいは鋼塊からの鍛造で外形を作成し、内部を研削あるいは穿孔で成形する例がほとんどである。これらをいくつかの部品に分割して個々に製造し、最後に組み合わせて製品とするには、個別部品の加工精度を格段に向上させると同時に、最終形状において全く部品間に隙間の無いように組み立てる技術が必用となり、蒸気タービン或いはガスタービンではその製造コストの半分近くを加工組立コストが占めるようになる。

【0 0 0 3】

従って、寧ろ鋳造、鍛造、削りだしによって製造する従来の方法が、ノウハウの蓄積もあり、逆に低コストとなる場合が多い。しかし、そうした従来技術を今後も踏襲する以上、精密加工を必用とする機械部品などでは、工程コストが常に商品価格の大部分を占めるコスト構造が将来とも継続される可能性が高い。これら精密加工品のコスト構造は上記のように加工が多くを占めており、材料コストはわずかであって部品の大きさ、形状に比して高額な部品とならざるを得ない。実際にエンジン部品は高価であり、これらが精密機械部品を組み込んだ装置全体のコストを著しく増大させ、優れた技術の普及において大きな障害となっていた。

【0 0 0 4】

この高コスト構造を打開するには必然的に工程コストの低減ひいては人件費の

低減を図る必要があることは自明であるも、成熟社会環境下での人件費低減は困難であり、寧ろ上昇する傾向であることは周知の事実である。従って、優れた技術によって可能となった精密な機械部品の製造コストを低減し、工業的に安価に供給できる技術の開発が切望されていた。そのためには従来の製造方法とは全く異なる、新しい製造プロセスによって従来の製造技術を置き換える必要がる。

【0005】

また、コスト問題とも相俟って、機械加工で鍛造あるいは鋳造鋼塊から削りだし或いは穿孔などにより機械部品を製造する従来技術では、必然的に内部の管路は外部から直接穿孔によって到達できる直線上の管路のみから構成されなければならない、外部から到達できない管路あるいは外部に対して開口していない閉鎖系統は当然加工できない。しかるに、単なる外部に開口する直線上の管路だけでなく、曲率を不規則に有する管路あるいは内部に流体を充填した状態の閉鎖経路もしくは軽量化のために必要な閉鎖系管路は、これを鋼塊から加工によって製造することができない。こうした鋼塊製造の後に機械加工で外部から製造できない管路は、従来技術で製造することができず、そうした部品は設計ができないばかりでなく、発想に至ることすらできない場合が殆どであった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記のような従来技術が有する問題点、すなわち元来一体成型によって鋼塊とし、外部あるいは内部の構造を機械加工で製造する、内部に流体搬送用、重量軽減用、或いは摺動部品通過のため等の目的を有する管路を備えた機械部品の製造に際し、従来技術ではなしえなかった、機械部品の全く新しい組立製造技術を提供することを目的とする。さらに詳しくは、該機械部品の組み立てを液相拡散接合を用いて実施する際の、液相拡散接合用合金箔、およびその接合条件を提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

液相拡散接合は、接合しようとする材料の接合面すなわち開先間に、被接合材料に比較して低い融点を有する合金、具体的には結晶構造の50%以上が実質的に

非晶質であり、かつ拡散律速の等温凝固過程を経て継ぎ手を形成する能力を有する元素、例えばBあるいはPとNiないしはFeの多元合金を介在させ、継ぎ手を挿入した低融点合金の融点以上の温度に加熱保持し、等温凝固過程で継ぎ手を形成する技術であって、通常の溶接技術と異なり、溶接残留応力が殆どないこと、あるいは溶接のような予盛りを発生しない平滑かつ精密な継ぎ手を形成できるなどの特徴を有する。特に、面接合であるため、接合面の面積によらず接合時間が一定でかつ比較的短時間で接合が完了する点は、従来溶接と全く異なっている。従って、開先さえ挿入した低融点金属以上の温度に所定の時間保持できれば、開先形状を選ばず、面同士の接合を実現することができる。

【0008】

本発明者らはこうした液相拡散接合の特徴を生かして、従来の非酸化雰囲気でのみ実現可能な液相拡散接合技術を、酸化雰囲気においても適用可能な新しい液相拡散接合用合金箔を、すでに特許第 1891618号公報、特許第 1891619号公報および特許第 1837572号公報に開示している。

これらの特徴を有する液相拡散接合用合金を、元来一体成型によって鋼塊とし、外部あるいは内部の構造を機械加工で製造する、内部に流体搬送用、重量軽減用、あるいは摺動部品通過のため等の目的を有する管路を備えた精密機械部品の製造に際し、これを管路を含む面で複数に分割し、分割した面に箔、粉末、めっき、あるいはその他の面に倣った形状を有する合金として介在させ、機械部品の組立に際して接合面あるいは接合面を含む部品の一部分ないしは全部を、液相拡散接合用介在合金の融点以上の温度に必用な時間だけ加熱、保持して、液相拡散接合により機械部品を組み立て接合し、最終形状を確保することで、目的とする機械部品を得る。

【0009】

上記のような機械部品組み立て接合に液相拡散接合を適用する際、重要なことは、接合によって組み立てた機械部品の仕様特性である。特に、工業的な量産効果を高めるためには製造工程が極力簡易化され、同時に低コストであることが望ましい。複数に分割加工された部品を最終形状に液相拡散接合によって組み立て加工する際、液相拡散接合に必須の、接合面に対する接合応力の負荷は、被接合

材料の形状変化が極力少なく、かつ最終形状に組み立てた部品の形状修正加工は極力少ないことが求められる。

【0 0 1 0】

本発明者らは研究開発を進めた結果、組み立て接合を終了した機械部品に、形状の修正加工を施す必要がない条件とは、最終形状接合応力を負荷する際に、被接合材料の開先面のあらゆる部位において、接合時の塑性変形に基づく接合応力負荷方向の収縮量が5%以下であれば十分であることを実験的に確認した。また、工程コスト低減のためには接合雰囲気の特段に制限することは好ましくなく、雰囲気中の酸素濃度が0.01質量%以上であっても液相拡散接合を実現可能な合金箔を使用することが望ましいこともまた、実験的に確認した。すなわち、本発明の要旨は次のとおりである。

(1) 900 ~1300℃の温度において、面圧を最大5MPaとし、応力負荷時間を少なくとも30秒以上とする接合条件下で実施する液相拡散接合であって、原子%で、BまたはPの1種または2種を1~15%、Vを1~10%含有し、残部Feおよび不可避免的不純物よりなる、酸化雰囲気での接合が可能で、その結晶構造が実質的に非晶質である液相拡散接合用合金を適用し、被接合材料の開先面の全ての箇所において、接合時の塑性変形に基づく接合応力負荷方向の収縮量が5%以下であることを特徴とする液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

(2) 前記液相拡散接合用合金がNi基非晶質合金であることを特徴とする請求項1記載の液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

(3) (1)または(2)において、被接合材料開先表面の粗さ(Rmax)を100μmに仕上げた部品に適用することを特徴とする液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

(4) (1)~(3)の何れかの項において、被接合材料の化学成分への機械的特性あるいは耐食性をそれぞれ適合させ、継手特性を向上させるために、原子%で、

C : 0.1 ~10.0%、

Si : 0.1 ~5.0 %、

Mn : 0.5 ~5.0 %、

Cr : 0.1 ~ 20.0 %、

Mo : 0.1 ~ 5.0 %、

Nb : 0.01 ~ 0.5 %、

Ti : 0.01 ~ 0.5 %、

の一種または2種以上を含有する実質的に非晶質合金を用いることを特徴とする液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

【0011】

上記のような機械部品組み立て接合のための接合用合金、接合条件、被接合材料開先面精度を限定することで、工程コストの少ない機械部品の製造方法を提供することが可能となる。

【0012】

【発明の実施の形態】

本発明において、目的とする機械部品の組立に際して、接合用合金は、その形状を特に規定しない。液相拡散接合を部品組み立て接合に適することが可能である、箔、粉末、あるいはメッキなどはすべて適用可能であって、本発明の効果を高める。ただし、液相拡散接合用合金として、原子%でBまたはPの1種または2種を1~15%、Vを1~10%含有し、残部をNiあるいはFeと不可避的不純物よりなる、酸化雰囲気での接合が可能で、その結晶構造が実質的に非晶質であることが必要であり、その形態として箔、粉末、あるいは鍍金で組立接合時の接合界面に供給する事ができる。加えて、金属製精密機械部品の接合面の加圧が必要な液相拡散接合を適用して組み立てる際に、接合面に加える応力が過大となると、機械部品の望ましい最終形状が得られなくなる場合があり、これを避けるために、被接合材料の開先面の至る所において、接合時の塑性変形に基づく接合応力負荷方向の収縮量が5%以下となる必要がある。

【0013】

また、液相拡散接合によって部品を組み立てるに際し、接合面間に介在させる接合用合金の厚みが比較的薄い場合には、接合面間の密着を必要とする液相拡散接合においては接合応力に上限が存在する場合に、被接合材料表面の凹凸に起因する未接合部位すなわち接合欠陥が生じる可能性がある。従って、組立接合の際

の被接合材料接合面は凹凸を減じておく必要があり、その表面粗度（Rmax値）は100 μ m以下である。

【0014】

以上の被接合材料に対する制限値は以下に記述する実験によって決定した。請求項1に記載の化学組成を基本組成とする液相拡散接合用合金を、箔、粉末あるいは鍍金の形態で、図1に示す、内部に3本の管路を内包する流体搬送構造体を、その管路を通過する面で半割にした形状の部品に2分割し、その分割面を接合面とし、接合面間に介在させた。なお、図1の半割部品はプレス成形によって製造した。図2はその接合面と管路の様子であるが、このような形態の管路は、一体成形で製造した円筒から、後に外部より実施する穿孔では加工することができない。

【0015】

この半割部品を図3の分割面に垂直な方向から見た模式図の様に、接合面に垂直な方向の接合応力を種々に変更して負荷し、部品全体を液相拡散接合温度に加熱して所定の時間保持し、液相拡散接合を実現して組み立て部品とした。このとき、接合後の管路付近の変形程度を評価する目的で、管路の直径変化を接合の前で測定した。表1に、試験体として0.14%の炭素を含有する、市販の400MPa程度の強度を有する軟鋼を用いた場合の、接合応力と管路の直径変化、すなわち、図4に示すように、（接合前の管路直径7-接合後の圧縮方向管路直径8）/接合前の管路直径7、の値を100分率で接合応力の値とともに示した。なお、接合温度は1200℃、接合時間は300秒である。表1ではさらに、接合後の管路が接合応力によって変形した場合、内部を摺動部品が潤滑剤とともに通過する際に焼き付きが発生したか否か、すなわち管路がシリンダー部品として正常に機能したかどうかを、また高速流体が通過する際に、管路の変形によって局所的な圧力上昇が生じ、流体温度が制限値を越えて上昇したか否かを同時に示した。

【0016】

【表 1】

表 1

記号	接合応力負荷方向 の圧縮量 (%) *	接合応力 (MPa)	ピストン摺動時 の焼付き発生	搬送流体温度上昇 の上限値超過
1	1.2	1	無し	無し
2	2.2	3	無し	無し
3	2.8	5	無し	無し
4	3.0	10	無し	無し
5	3.9	15	無し	無し
6	4.8	20	無し	無し
7	5.0	30	無し	無し
8	6.7	40	有り	有り
9	9.9	50	有り	有り
10	23.5	70	有り	有り

* 接合応力負荷方向の圧縮量 (%)
 = (接合前の管路直径 - 接合後の圧縮方向管路直径) / 接合前の管路直径

【0017】

表1から、シリンダー内のピストン焼付き発生が、接合応力負荷方向の材料収縮量、すなわち管路直径の変化率で5%超の場合に、また搬送流体（本実験では冷却用工業用水）の温度上昇が制限値（35℃）を越えることも同条件で発生することが分かる。これらの機械部品の機能不全は、被接合材料の種類、ピストン形状、潤滑油成分、搬送流体成分、流体搬送速度を種々に変えた場合には多少の接合応力依存性を示したものの、接合温度および接合応力を、製造工程コストを勘案した範囲内で変更する限りでは、概ね同様の条件で発生することが確認された。すなわち、機械部品として内部の管路変形は、接合応力負荷時に、接合応力負荷方向の収縮量で見て、5%以下に制限する必要があることが判明した。

【0018】

さらに、1200℃、300秒の接合条件において、10MPaの接合応力を

付加した場合に、被接合材料の接合面粗さを、機械加工によって調整し、 R_{max} 値の異なる材料において、接合部の健全性を、接合面断面の光学顕微鏡観察による未接合部の接合線長さに占める割合（以降「接合欠陥長さ率」と称する）との関係で図5に示した。予備実験によって接合欠陥長さ率が12以下で、接合継ぎ手の強度が母材の70%以上となることが判明しており、かつ接合継ぎ手効率は、工業的に使用される機械部品において殆どの場合に部品組立接合部で70%以上でないと信頼性高く使用できないことが、市場調査および信頼性評価実験によって判明している。従って、この場合も閾値を継ぎ手効率70%とし、その機械部品組立接合継ぎ手における判断基準を、接合欠陥長さ率の値で12と定めた。明らかに図5は、接合欠陥長さ率の閾値である12を、 R_{max} 値が100超で越えている。この関係は、被接合材料の種類、接合温度、接合時間に強い相関をもたず、殆どの条件で認められた。このことから機械部品組立接合における被接合材料の接合面粗さを最大で100 μm に制限した。

【0019】

一方、液相拡散接合に用いる接合用合金は、Ni基あるいはFe基のものが開発され、実用化されているが、工業的用途に限っては、被接合材料に応じた接合用合金組成を、継ぎ手部の機械的あるいは化学的均一性を考慮して設計されたものは少ない。これは液相拡散接合継ぎ手における接合後の接合金属、すなわち溶接における溶接金属に相当する部位の幅が50 μm 以下ときわめて狭く、周囲の材料の拘束効果によって機械的特性が、また狭小であるが故の、環境に対する暴露面積が少ないことから化学的特性の不連続性は無視できる場合が殆どである。しかし、本発明が対象とする精密機械部品は小さなものが多く、数十 μm でも、不連続な性質を有する組織が継ぎ手に存在する場合、被接合材料の使用性能に影響を与える場合がある。そこで、本発明では被接合材料に応じて液相拡散接合用合金の化学成分を、機械的特性あるいは化学的特性の見地から、溶接材料における、いわゆる共金成分とすべく、制限する。

【0020】

その化学成分範囲は、原子%で、C:0.1~10.0%、Si:0.1~5.0%、Mn:0.5~5.0%、Cr:0.1~20.0%、Mo:0.1~5.0%、Nb:0.01~0.

5 %、Ti : 0.01~0.5 %の一種または2種以上を単独であるいは複合で含有することを特徴とする。同時にこの合金は、その結晶構造が実質的に非晶質であって、液相拡散接合を可能ならしめるべく、原子%でBまたはPの1種または2種を1~15 %、かつVを1~10 %含有し、残部をNiあるいはFeと不可避免の不純物よりなることを特徴とする。Vの添加は被接合材料の化学成分均質化に有効な場合もあるが、主として酸化雰囲気での接合を可能ならしめるためである。上記の化学成分に関する制限は、以下の理由による。

【0021】

Cは、金属材料の強度を、固溶あるいは析出強化、さらには相変態を通して上昇させる。その効果を発揮させるためには0.1 %が必要で、10 %を超える場合には金属材料を脆化させる場合があるので、添加範囲を0.1~10 %とした。

Siは接合用合金の非晶質形成能を高めるために必要で、かつ金属材料の粒内固溶強化を促進できる。その効果は0.1 %で発現し、5 %を超えると、接合金属内に酸化物として残留することがあるため、添加範囲を0.1~5.0 %とした。

【0022】

Mnは金属材料の強度を、固溶強化あるいは相変態により上昇させる元素で、その効果発揮には0.5 %が少なくとも必要であり、5.0 %を超えて添加すると接合金属を脆化させるため、その添加範囲を0.5~5.0 %とした。

Crは相変態の際の無拡散変態を助長して強度を向上し、同時に表面に保護被膜を形成して接合金属の耐食性を向上させる。0.1 %未満では効果が無く、20 %を超えると、接合用合金が実質的に非晶質となりがたくなるため、その添加範囲を0.1~20 %とした。

【0023】

Moは固溶強化で高温強度を向上させる元素である。耐熱金属材料を接合する際に不可欠で、0.1 %以下では効果が無く、5.0 %を超えて添加する場合には粗大な酸化物あるいは金属間化合物を生成して接合金属を脆化させるため、その添加範囲を0.1~5.0 %に決定した。

Nb, Tiはいずれも炭窒化物形成元素であり、高温では接合金属の結晶粒粗大化を防止して靱性を向上し、室温あるいは低温では析出強化で接合金属の強度を上昇させる。それぞれ0.05%未満では効果が無く、0.5%を超えて添加すると析出物の粗大化によって接合金属が脆化するため、その添加範囲を0.05~0.5とした。

【0024】

【実施例】

請求項1、2および4に記載の化学成分を有する接合用合金箔を、箔、粉末あるいは鍍金の状態で、被接合材料として選定した、表2に示した化学成分を有する鋼材を、図1の形状を有する半割機械部品の組立時接合面間に、接合に十分な形状および面積を有するように介在させ、突き合わせた部品を速やかに液相拡散接合温度に加熱し、しかる後に接合温度に種々の時間保持し、冷却して部品とした。組立接合後は、必要に応じて外表面を仕上げ加工した。最終形状に至った部品は、内部の管路について、接合面と垂直な面で切断し、その接合時応力負荷方向の収縮量を、接合時応力負荷方向の管路直径変化で評価し、また接合面の接合前粗さと接合後の接合欠陥長さ率を測定し、接合面加工精度の影響を調査した。以上の結果を、被接合材料の化学成分とともに、表2に示した。

【0025】

【表2】

表2 本発明方法の機械部品製造条件と接合部位の評価結果

液相拡散接合用合金の化学成分															
記号	成分										接合応力 (MPa)	管路直径 変化 (%)	接合前の接合面 粗度 Rmax(μm)	接合欠陥 長さ率 (%)	
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Nb	V	Ti	B	P					
1	0.62	3.87	3.67		4.88	0.02	4.50	2.04	11.67		1.0	0.4	20		2
2	0.24	2.40	3.20		4.45		6.70	4.57	5.87		25.3	9.9	25		2
3	0.61	1.46	1.27			2.86	9.55	1.08	3.93		19.1	6.7	88		10
4		4.41	4.40			4.16	1.40		3.95		10.4	4.6	87		7
5	0.50	0.16			0.19	1.10	7.52		12.24		18.1	7.3	62		6
6	0.84	0.83	2.22	7.53	0.72	4.92	1.14		9.71		20.4	8.1	53		5
7	0.64	2.17	4.81	12.54	3.14	3.23	1.97		8.71		4.4	2.5	68		7
8	0.82		3.59	19.43		1.65	3.87		10.80		22.2	7.8	13		1
9	0.49		0.93			0.63	1.53		14.73		22.0	7.7	79		8
10	0.48					0.12	1.84		12.64		4.3	2.5	72		7
11	0.83					3.90	1.51	3.11	8.68		2.6	0.9	55		6
12	0.83					0.32	1.91	4.23	5.42		5.4	2.9	93		10
13	0.87	4.77	2.12			1.82	9.67	3.46	10.53		27.7	10.7	24		2
14	0.13	0.27	2.61	18.25	2.89		8.98		9.01		18.7	7.9	11		1
15		1.89	3.97		4.78		9.02		1.93		5.1	1.8	92		10
16		2.23	0.74		3.41		7.24		13.84		23.7	8.3	8		0
17		2.09	3.83	4.91	4.82	3.81	8.20		14.31		5.1	1.8	9		0
18	0.14	1.31				0.42	5.03		14.08		12.8	6.5	36		3
19	0.23	3.64					8.46		14.51		22.8	8.0	85		7
20	0.40	0.84	1.07	8.53	2.68		6.45			5.71	4.9	2.7	92		10
21	0.17	4.49	3.57	19.57	0.91		3.80			10.10	27.7	10.7	36		3
22							8.82			5.18	24.8	8.7	84		7
23	0.59	0.91	4.35				9.75			2.82	21.9	7.7	39		4
24	0.74	2.01	4.15				2.56	1.69		12.21	18.7	8.8	41		4
25	0.13	2.59	2.57				5.17			11.03	27.8	10.7	28		3
26							3.67			14.56	4.2	1.5	95		10
27							9.61			10.45	12.83	3.4	90		9
28	0.29	3.77	3.73				3.12			5.38	19.8	7.9	20		2
29	0.74	0.53	0.98				1.88			13.76	4.19	3.0	98		10

【0026】

表2の結果から、本発明方法を用いて組み立て接合した機械部品の接合部位特性は、内部管路が機械部品の使用性能を十分に満足し、一体成型によって高価な

コストと長い工程を経て製造した従来の技術、すなわち従来方法によって製造した機械部品と何ら遜色無い性能を発揮することが明白である。加えて、図1に示した機械部品のごとき管路を、従来技術により製造することは全く不可能であることから、本発明方法の効果が産業に与える効果は絶大なものであると言える。

【0027】

表3には、本発明方法に類似してはいるものの、本発明技術の制限外で製造したことによって、機械部品の特性が、一体成型によって製造した従来技術による機械部品の特性に対して、一部劣っているものの評価結果である。ただし、この場合でも従来技術で、図1に示した機械部品のごとき管路を、従来技術により製造することは全く不可能であることに変わりはない。

【0028】

【表3】

表3 比較方法による機械部品製造条件と接合部位の評価結果

記号	液相拡散接合用合金の化学成分										接合応力 (MPa)	管路直径 変化 (%)	接合前の接合面 粗度 Rmax(μm)	接合欠陥 長さ率 (%)
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Nb	V	Ti	B	P				
A	12.5		0.12			4.95	8.32		5.05		12.6	5.4	96	15
B		0.80	0.99	4.37		3.98	0.3		12.46		9.4	3.3	68	14
C	0.93	0.21		13.07		0.08	16		14.17		19.6	6.9	15	17
D	0.92	0.74		25		2.17	2.00		13.85		3.4	2.2	73	18
E	0.99	0.45			8.1	1.60	6.93	4.16	11.00		11.2	4.9	69	21
F	0.52		0.42		2.54	7	5.17	0.28	9.46		18.8	8.6	96	20
G	0.93		0.58		4.58		6.58	8.1	8.21		24.8	8.7	62	18
H	0.63	11	0.56	17.29	3.26		4.29		8.91		24.7	9.6	78	14
I	0.49		7.5	14.81	4.28		8.45		11.26	13.59	15.1	5.3	4	15
J	0.49			6.38	3.54		2.19		21.00	9.45	3.2	1.1	88	15
K	0.61			11.53			4.25			19.50	6.0	3.1	49	11
L	0.83		0.15				3.04			7.05	35.5	6.6	150	16
M			0.51				2.21			11.77	41	9.2	83	10

【0029】

表3の比較方法による機械部品A～Mの製造条件と接合部位の評価結果におい

て、機械部品Aは、接合用合金の組成のうちC（炭素）が高く、接合金属が脆化して液相拡散接合における等温凝固時に凝固割れが発生した結果、接合欠陥長さが閾値を超えたもの、Bは接合用合金に添加したV量が不足して接合金属内に多量の酸化物が残留した結果、接合欠陥長さが閾値を超えたもの、Cは添加V量が過多となり、V系の酸化物が接合金属内に多量に残留した結果、接合欠陥長さが閾値を超えたもの、Dは接合金属に添加したCrが20原子%を超えたため接合用合金が非晶質とならず、合金内に著しい偏析と、Cr系硼化物が生成し、結果として液相拡散接合が不可能となり接合欠陥長さが閾値を超えたもの、EはMoが過多となり、Moを含む金属間化合物が接合金属中に多量に生成し、接合欠陥長さが閾値を超えたもの、FはNbが、GはTiがそれぞれ過多となり、共に粗大な炭窒化物が等温凝固の最終凝固位置に線上に並び析出し、接合欠陥長さが閾値を超えたもの、HはSiが過多で、Si系酸化物が接合金属内に多量の酸化物が残留した結果、接合欠陥長さが閾値を超えたもの、Iは接合金属中のMnが過多で、接合金属の強度が上昇し過ぎて脆化し、凝固時の割れとなって接合欠陥長さが閾値を超えたもの、JはB（ボロン）の濃度が高く液相拡散接合自体は可能であったものの、硼化物が大量に接合金属中に残留し接合欠陥長さが閾値を超えたもの、KはPが多く、燐化物が大量に接合金属中に残留し接合欠陥長さが閾値を超えたもの、Lは接合応力と接合前の接合面加工精度が低く粗度が高かったため、高応力によって接合応力負荷方向の収縮量が5%を超え、同時に接合欠陥長さが閾値12を超え、機械部品として使用性能が満足できなかったもの、Mは高応力によって接合応力負荷方向の収縮量が5%を超え、機械部品として使用性能が満足できなかったものである。

【0030】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明は、機械部品の製造を、簡易に製造可能な分割部品から、それらを液相拡散接合によって貼り合わせる工程を適用する際の、液相拡散接合の接合条件と接合用合金組成を限定することで、機械部品を安価かつ効率的に製造する方法を提供することが可能になったものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】

内部に3本の管路を有する円筒状機械部品の俯瞰図である。

【図2】

機械部品を管路を含む面で分割し、2つの半割部品とした際の接合断面および接合面と垂直な方向から見た半割部品形状を示す図である。

【図3】

半割部品の液相拡散接合による組立接合時の突き合わせ要領と接合応力負荷方向を示す図である。

【図4】

図3で示した接合面突き合わせ時の管路部分を拡大した図である。

【図5】

接合欠陥長さ率と接合前の接合面粗度の関係を示す図である。

【符号の説明】

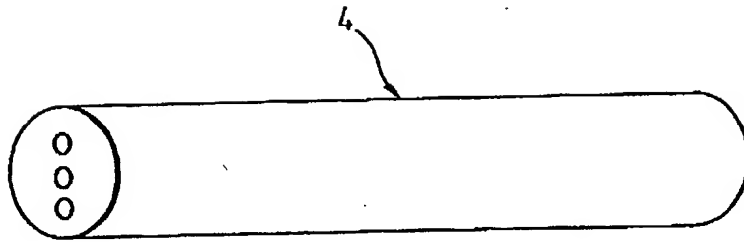
- 1…機械部品内部の管路1
- 2…機械部品内部の管路2
- 3…機械部品内部の管路3
- 4…内部に管路を有する円筒状機械部品
- 5…管路を通過する面で分割した半割部品左部分
- 6…管路を通過する面で分割した半割部品右部分
- 7…接合応力負荷前の管路直径
- 8…接合応力負荷前の管路直径
- 9…接合応力負荷後、組立終了時の管路直径
- 10…組立接合時の接合応力負荷方向

【書類名】

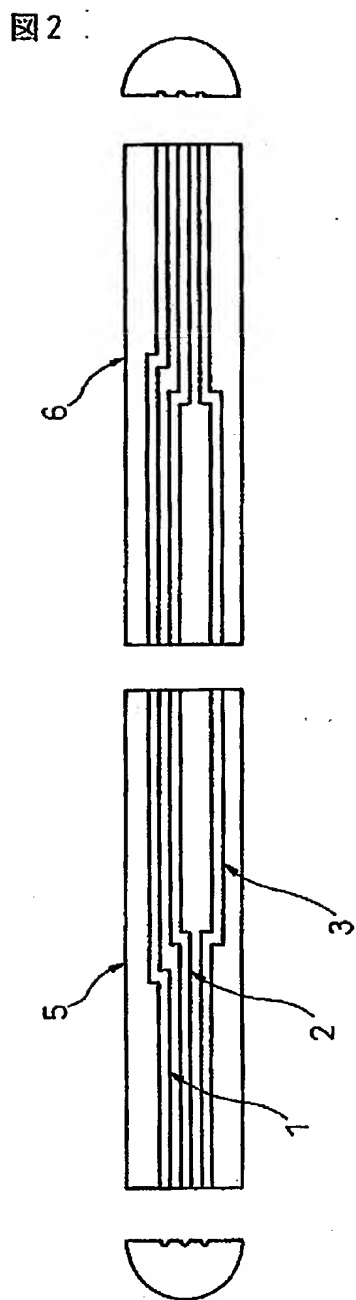
図面

【図1】

図1

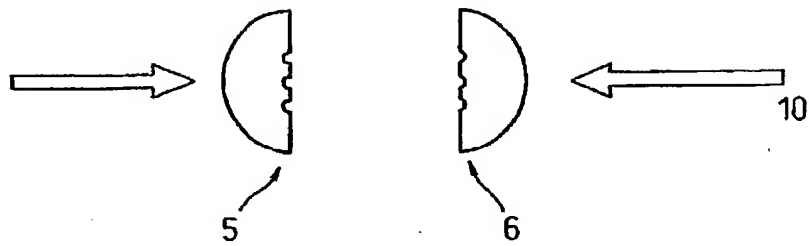


【図2】



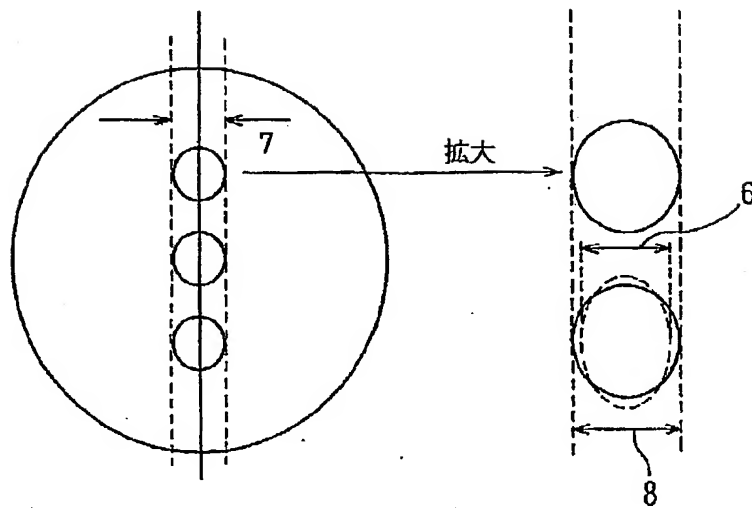
【図3】

図3



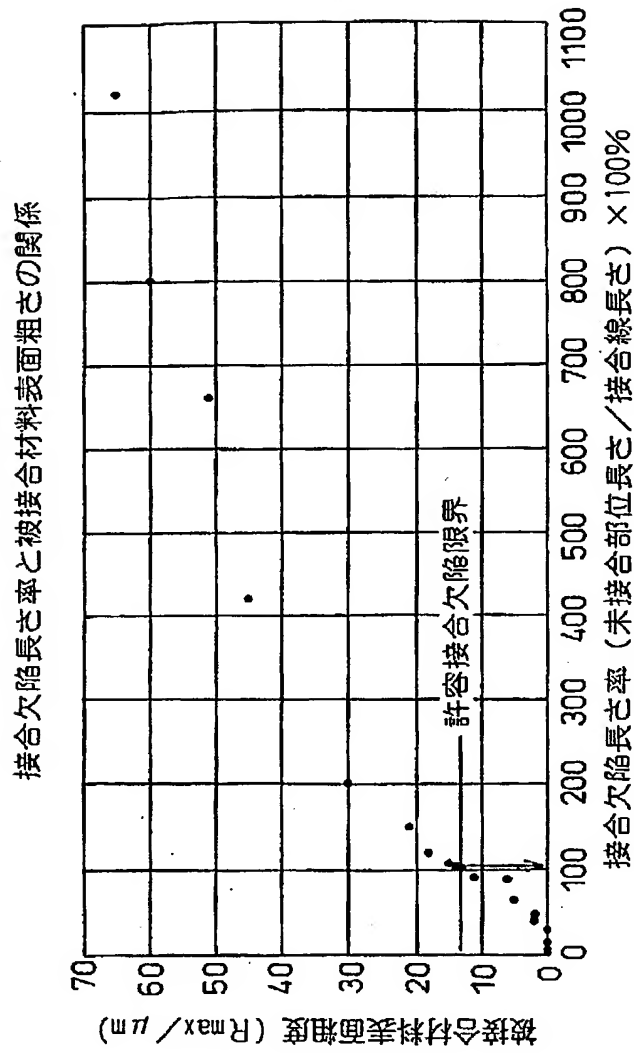
【図4】

図4



【図5】

図5



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来一体成型で製造し、内部に精密な流体搬送用あるいは重量軽減用の管路もしくは小型摺動部品のシリンダー等を有する金属製精密機械部品の液相拡散接合を用いた機械部品の組立接合を提供する。

【解決手段】 900～1300℃の温度において、面圧を最大5MPaとし、応力負荷時間を少なくとも30秒以上とする接合条件下で実施する液相拡散接合であって、原子%で、BまたはPの1種または2種を1～15%、Vを1～10%含有し、残部Feおよび不可避的不純物よりなる、酸化雰囲気での接合が可能で、その結晶構造が実質的に非晶質である液相拡散接合用合金を適用し、被接合材料の開先面の全ての箇所において、接合時の塑性変形に基づく接合応力負荷方向の収縮量が5%以下である液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法。

【選択図】 図3

特2000-146853

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006655]

1. 変更年月日	1990年 8月10日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区大手町2丁目6番3号
氏 名	新日本製鐵株式会社

特2000-146853

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

{593107672}

1. 変更年月日 1993年 4月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 岐阜県羽島市小熊町西小熊4005番地

氏 名 福寿工業株式会社

PCT/JP 01/04196

日 本 国 特 許 庁 19.06.01
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 5月18日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-146581

出 願 人
Applicant(s):

新日本製鐵株式会社
福寿工業株式会社

REC'D 03 AUG 2001

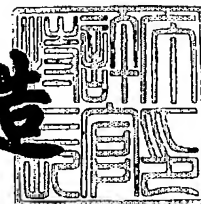
WIPO PCT

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 7月 6日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3063279

【書類名】 特許願

【整理番号】 1003685

【提出日】 平成12年 5月18日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 B23K 20/00
G22C 19/05

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術
開発本部内

【氏名】 長谷川 泰士

【発明者】

【住所又は居所】 岐阜県羽島市小熊町西小熊 4 0 0 5 番地 福寿工業株式
会社内

【氏名】 高木 豊

【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 593107672

【氏名又は名称】 福寿工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

特2000-146581

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9805563

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液相拡散接合金属製精密機械部品とその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を有する金属製精密機械部品の前記搬送路の軸方向の任意の面で複数に分割し、それら部品を液相拡散接合によって貼り合わせたことを特徴とする液相拡散接合金属製精密機械部品。

【請求項 2】 管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を有する金属製精密機械部品の前記搬送路の軸方向の任意の面で複数に分割し、それら部品を酸素：0.01%質量%以上の酸化雰囲気中で液相拡散接合によって貼り合わせたことを特徴とする液相拡散接合金属製精密機械部品の製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 において、分割面を、管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を単一面、連続多面、分割多面あるいは連続曲面、分割曲面とすることを特徴とする液相拡散接合金属製精密機械部品の製造方法。

【請求項 4】 管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を有する金属製精密機械部品の前記搬送路の軸方向の任意の面で複数に分割し、それら部品を酸素：0.01%質量%以上の酸化雰囲気中で高周波誘導加熱による急速加熱で等温凝固実現のための熱源を、また荷重ないしはインストロン型の引張／圧縮装置で接合応力を、液相拡散接合の際の原子拡散に伴う継手組織均質化のための接合温度での等温保持を高周波誘導加熱を含む急速加熱による恒温保持炉で、次いで等温凝固後の冷却速度制御を、ガス、油あるいは水などの冷却媒体の吹きつけ、或いは継手自体の浸漬等で行い接合継手を含む機械部品の一部または全部の機械的特性を確保することを特徴とする液相拡散接合金属製精密機械部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液相拡散接合を用いた機械部品の製造方法に関し、特に、従来一体

成型で製造し、内部の複雑かつ精密な流体搬送用あるいは重量軽減用の管路もしくは小型摺動部品のシリンダーを有する機械部品等の組立時の液相拡散接合による金属製精密機械部品とその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

流体搬送用の管路、摺動部品の動作経路などを内部に有する精密部品、例えば内部冷却型タービン動翼、自動車用燃料噴射管、内燃機関シリンダーヘッド、上下水道用蛇口などは、その要求される使用特性に応じて、外形および内部構造が極めて複雑であり、その製造には多大な労力とコストさらには時間を必用とする。従って、その多くはロストワックスを利用する鋳造あるいは鋼塊からの鍛造で外形を作成し、内部を研削あるいは穿孔で成形する例がほとんどである。これらをいくつかの部品に分割して個々に製造し、最後に組み合わせて製品とするには、個別部品の加工精度を格段に向上させると同時に、最終形状において全く部品間に隙間の無いように組み立てる技術が必用となり、蒸気タービンあるいはガスタービンではその製造コストの半分近くを加工組立コストが占めるようになる。

【0003】

従って、寧ろ鋳造、鍛造、削りだしによって製造する従来の方法が、ノウハウの蓄積もあって却って低コストとなる場合が多い。しかし、このような従来技術を今後も踏襲する以上、精密加工を必用とする機械部品などでは、工程コストが常に商品価格の大部分を占めるコスト構造が将来とも継続される可能性が高い。これら精密加工品のコスト構造は上記のように加工が多くを占めており、材料コストは僅かであって部品の大きさ、形状に比して高額な部品とならざるを得ない。実際にエンジン部品は高価であり、これらが精密機械部品を組み込んだ装置全体のコストを著しく増大させ、優れた技術の普及において大きな障害となっていた。

【0004】

この高コスト構造を打開するには必然的に工程コストの低減ひいては人件費の低減を図る必用があることは自明だが、成熟社会環境下での人件費低減は困難であり、寧ろ上昇する傾向であることは周知の事実である。従って、優れた技術に

よって可能となった精密な機械部品の製造コストを低減し、工業的に安価に供給できる技術の開発が切望されていた。そのためには従来の製造方法とは全く異なる、新しい製造プロセスによって従来の製造技術を置き換える必要があった。

【0005】

同時に、コスト問題とも相俟って、機械加工で鍛造あるいは鋳造鋼塊から削りだしあるいは穿孔などにより機械部品を製造する従来技術では、必然的に内部の管路は外部から直接穿孔によって到達できる直線上の管路のみから構成されなければならない、外部から到達できない管路あるいは外部に対して開口していない閉鎖系統は当然加工できない。しかるに、単なる外部に開口する直線上の管路だけでなく、曲率を不規則に有する管路あるいは内部に流体を充填した状態の閉鎖経路もしくは軽量化のために必要な閉鎖系管路は、これを鋼塊から加工によって製造することができない。こうした鋼塊製造の後に機械加工で外部から製造できない管路は、従来技術で製造することができず、そうした部品は設計ができないばかりでなく、発想に至ることすらできない場合が殆どであった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記のような従来技術が有する問題点、すなわち元来一体成型によって鋼塊とし、外部あるいは内部の構造を機械加工で製造する、内部に流体搬送用、重量軽減用、あるいは摺動部品通過のため等の目的を有する管路を備えた精密機械部品の製造に際し、従来技術ではなしえなかった、機械部品の全く新しい組立製造技術を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

液相拡散接合は、接合しようとする材料の接合面すなわち開先間に、被接合材料に比較して低い融点を有する合金、具体的には結晶構造の50%以上が実質的に非晶質であり、かつ拡散律速の等温凝固過程を経て継ぎ手を形成する能力を有する元素、例えばBあるいはPとNiないしはFeの多元合金を介在させ、継ぎ手を挿入した低融点合金の融点以上の温度に加熱保持し、等温凝固過程で継ぎ手を形成する技術であって、通常の溶接技術と異なり、溶接残留応力が殆どないこ

と、あるいは溶接のような予盛りを発生しない平滑かつ精密な継ぎ手を形成できるなどの特徴を有する。特に、面接合であるため、接合面の面積によらず接合時間が一定でかつ比較的短時間で接合が完了する点は、従来溶接と全く異なっている。従って、開先さえ挿入した低融点金属以上の温度に所定の時間保持できれば、開先形状を選ばず、面どうしの接合を実現することができる。

【0008】

本発明者らはこうした液相拡散接合の特徴を生かして、従来の非酸化雰囲気でのみ実現可能な液相拡散接合技術を、酸化雰囲気においても適用可能な新しい液相拡散接合用合金箔を、すでに特許第 1891618号公報、特許第 1891619号公報および特許第 1837572号公報に開示されている。

本発明は、これらの特徴を有する液相拡散接合用合金を、元来一体成型によって鋼塊とし、外部あるいは内部の構造を機械加工で製造する、内部に流体搬送用、重量軽減用、あるいは摺動部品通過のため等の目的を有する管路を備えた精密機械部品の製造に際し、これを管路を含む面で複数に分割し、分割した面に箔、粉末、めっき、あるいはその他の面に做った形状を有する合金として介在させ、機械部品の組立に際して接合面あるいは接合面を含む部品の一部分ないしは全部を、液相拡散接合用介在合金の融点以上の温度に必要な時間だけ加熱、保持して、液相拡散接合により機械部品を組み立て接合し、最終形状を確保することで、目的とする機械部品を得るものであり、その要旨は次の通りである。

(1) 管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を有する金属製精密機械部品の前記搬送路の軸方向の任意の面で複数に分割し、それら部品を液相拡散接合によって貼り合わせたことを特徴とする液相拡散接合金属製精密機械部品。

(2) 管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を有する金属製精密機械部品の前記搬送路の軸方向の任意の面で複数に分割し、それら部品を酸素：0.01%質量%以上の酸化雰囲気中で液相拡散接合によって貼り合わせたことを特徴とする液相拡散接合金属製精密機械部品の製造方法。

(3) (1) または (2) において、分割面を、管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を単一面、連続多面、分割多面あるいは連続曲面、

分割曲面とすることを特徴とする液相拡散接合金属製精密機械部品の製造方法。

(4) 管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を有する金属製精密機械部品の前記搬送路の軸方向の任意の面で複数に分割し、それら部品を酸素：0.01%質量%以上の酸化雰囲気中で高周波誘導加熱による急速加熱で等温凝固実現ための熱源を、また荷重ないしはインストロン型の引張/圧縮装置で接合応力を、液相拡散接合の際の原子拡散に伴う継手組織均質化のための接合温度での等温保持を高周波誘導加熱を含む急速加熱による恒温保持炉で、次いで等温凝固後の冷却速度制御を、ガス、油あるいは水などの冷却媒体の吹きつけ、或いは継手自体の浸漬等で行い接合継手を含む機械部品の一部または全部の機械的特性を確保することを特徴とする液相拡散接合金属製精密機械部品の製造方法。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明を実施するにあたり、対象とする機械部品の材質は特に限らない。液相拡散接合が適用できると考えられる金属材料はすべて本発明の技術を適用することが可能である。例えば通常の炭素鋼、高炭素鋼、低炭素鋼など、通常の溶接が適用困難な材質であっても液相拡散接合は接合継ぎ手を実現可能である。また、CrあるいはNiを種々の割合で含有するステンレス鋼、高耐食合金鋼、Niを基材とするNi基合金やその他の合金および非鉄材料であるAl, Ti, Znおよびその他の実用金属などもそれらに適した接合用合金を用いれば、全て液相拡散接合が可能となる。また、液相拡散接合を実現する非晶質合金組成としても特段の制限はなく、米国特許第4,144,058号公報に記載の合金をはじめ、特開昭 49-91014 号公報等に記載のP, B, C等を拡散原子として含有する液相拡散接合用合金を使用することができる。

【0010】

本発明では、上記のような被接合材料と液相拡散接合用合金を用いて、内部に流体搬送用、重量軽減用、あるいは摺動部品通過のため等の目的を有する管路を備えた、元来一体成型で製造していた精密機械部品の、最初に管路を含む面で複数に分割した部品毎に、例えばプレス成形あるいは圧延、研削、研磨など従来の

一体成型と機械加工の組み合わせに対して安価な製造工程を経て製造し、それらを液相拡散接合用合金を介して組み立て、液相拡散接合によって一体化する工程を経ることが必要である。

【0011】

このときの分割すべき部品は、最終形状との対比で、内部に存在する管路を通過する面で分割してあることが必要で、これによって各部品をプレス成形などの安価かつ簡易な方法で製造可能ならしめる。また、この分割は2以上であれば幾つでも可能であって、製造が簡易化し、かつ製造工程が煩雑あるいは多数となる結果、従来製造工程に対して高価とまらない範囲で適宜選択すればよい。また分割面は平面でも曲面でも、連続あるいは不連続の多面ないしは曲面であってもよく、その形状は分割することで各部品の製造が容易になるように適宜選択すればよい。なお、最終形状の部品が内部に有する管路は連続した一つの経路でも、複数の独立した経路でも良く、管路自体の形状は自由で、単に組み立て時に接合する面が対応すればよく、特に制限はない。管路は外表面に対して開口していてもいなくても組み立ては可能である。なお、被接合材料と液相拡散接合用合金の組み合わせで接合部の特性は種々に変化する。

【0012】

また、本発明においては、適用する機械部品の仕様によって接合面の特性は自由に変えることができ、接合継ぎ手としての特性は特に制限がない。継ぎ手効率は1である必要はなく、かつ組織的にも完全に均質化している必要はない。もちろん継ぎ手効率が1で完全均質体であることは機械部品の特性上好ましいが、部品の製造コストに応じて決定することができる。また、組み立て終了後に機械部品に対して種々の熱処理、化成処理、加工を施すことが可能であって、例えば、鋼材であれば焼き入れ、焼き戻し、焼準、焼鈍などの熱処理工程を単独であるいは複合で、場合によっては繰り返し施すことも、部品としての特性を向上させるのに有効であって、本発明の効果を何ら妨げない。また、浸炭処理、窒化処理、めっき、あるいは塗装、粉末などの吹きつけ処理、ショットブラストなどの表面加工も有効である。

【0013】

さらに、液相拡散接合による組み立てに際して、液相拡散接合を実現するための接合面の加圧、加熱は必要な条件を被接合材料と液相拡散接合用合金の種類に応じて決定すれば良く、加圧の方法、手段および加熱の方法、手段については、特に制限しないが、急速加熱を実現するには高周波誘導加熱が望ましく、また均一にかつ正確に接合応力を制御するためにはインストロン型の圧縮応力負荷機能を有する接合装置の使用が好ましい。加えて、量産性を高めるためには急速加熱用の熱供給源と恒温保持のための熱供給源を分割することが望ましく、例えば等温凝固終了までの加熱を高周波誘導加熱炉で実施し、その後の機械部品の仕様に応じた特性確保のための均質拡散処理を大型の電気炉で続けて実施することが好ましい。さらに接合部の金属組織を均質化して機械部品の特性を向上させるために接合後の冷却を制御する必要がある、特に接合後の冷却速度はガス、油、あるいは水などの冷却媒体の吹きつけ等あるいは継手自体の浸漬等を行うことによって目的とする金属組織を自在に得られるようになる。

【0014】

【実施例】

図1および図2に示した半割形状の機械部品の、それぞれ第3図および図4に示す要領でつきあわせ、その場合の突き合わせ面間に、突き合わせ面と裁断あるいは機械加工で同一の形状に加工した、 $30\mu\text{m}$ の種々の厚みを有する、実質的に50%以上が非晶質である液相拡散接合用合金箔を挟み、液相拡散接合に必要なかつ十分な応力を負荷して、部品全体を高周波誘導加熱コイルを有する雰囲気制御可能な炉に入れ、速やかに液相拡散接合温度に加熱して同温度で液相拡散接合の等温凝固に必要な時間保持し、しかる後に部品全体を室温まで冷却して、図5あるいは図6に示す要領で最終の外形に仕上げ加工して製品とした。ここで用いた材料の特性を表1に、主な化学成分とともに示した。また、箔の加工形状は、接合面と完全に同一な箔と、接合面を含む任意形状、実質的には長方形あるいは概略楕円形の箔を用いた場合との、接合後の製品特性に関する差異は全く見られなかった。すなわち、接合部の機械的特性あるいは仕上げ加工後の外観は全く同一であった。

【0015】

【表 1】

表 1. 被接合材料の化学成分（質量％）および引張特性（MPa）

	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	N	引張強さ	耐力
鋼材 1	0.12	0.1	0.8				0.003	420	320
鋼材 2	0.14	0.2	0.5	1.0	0.5	0.2	0.005	480	360
鋼材 3	0.05	0.22	0.5	12.0			0.025	600	480
鋼材 4	0.02	0.25	0.5	18.2		8.0	0.007	650	420

【0 0 1 6】

接合用の箔の厚みについては、 $30\mu\text{m}$ の箔を2枚あるいは3枚と重ねて用いた場合も全く同様の特性を得た。液相拡散接合を実現する温度については、用いる箔の融点との関係で最適値があり、融点 $+50\sim 150^{\circ}\text{C}$ と考えられており、各種の箔に対応して $850\sim 1400^{\circ}\text{C}$ まで選択可能であり、かつ当該温度に加熱する必要がある。さらに液相拡散接合の等温凝固過程は、一般的な拡散原子であるBあるいはP等の拡散律速によって生じる特殊な凝固現象であり、被接合材料中へのBあるいはP等の拡散速度で決定される因子であるが、接合温度によって拡散速度は大きく変化し、高温ほど短時間で等温凝固が終了する。従って、被接合材料と箔の融点によって、 $850\sim 1400^{\circ}\text{C}$ の範囲で、かつ部品製造上、工業的に実現可能な時間が適宜選択されるべきであって、ここでは10秒から3600秒の範囲で決定した。

【0 0 1 7】

組立接合後の加工については、部品の最終形状と、接合直後の部品形状との差異によって加工量が決まる。接合後の部品形状が最終形状と全く同一の場合には仕上げ加工は不要であり、実質的に最終形状が加工精度誤差の範囲内で接合直後の部品形状に一致する場合も同様である。図5の場合は機械加工のみで最終部品としたが、図6の場合には接合後の部品に別途加工準備したディスクをねじ加工

した接合後部品に嵌合し、最終部品とした。この接合後の加工あるいは組立については、最終製品形状と組み立て工程のコストあるいは簡易化の観点からの工程分割の観点から適宜選択すればよい。

【0018】

図5に示した部品は内部に管路を有する流体噴射ノズルであり、最終形状を得た部品を機械部品として使用したところ、鍛造と研削で製造した同一形状の部品と使用性能上全く同一の特性を発揮した。すなわち、ここでは高温酸化特性（部品外表面の単位時間あたりにおける酸化スケール厚み増加）、耐摩耗性（硬度）、流体圧力に対する接合面の強度は全く同一の値であった。これらの結果を表2に示した。

【0019】

【表2】

表2. 流体噴射ノズルの使用特性評価結果

		300℃×1000時間 酸化スケール厚み	硬度 Hv(kg)	引張強度 (MPa)
本発明部品	母材部	27 μ m(外表面)	224	474
	接合部	26 μ m(外表面)	231	481
従来部品		28 μ m(外表面)	227	477

註1) 本発明部品：半割部品をプレス成形で加工し、液相拡散接合で組み立て、仕上げ加工して製品としたもの

註2) 従来部品：鍛造鋼塊から機械加工で外形を成型し、さらに内部管路を精密加工によって穿孔して仕上げたもの

【0020】

図6に示した部品は流体搬送用管路の最終出口に相当し、いわゆる蛇口の機能を有している。部品を半割で整形することで、従来鋳造で一体整形していた蛇口の内面肌が、 $R_{max}=1\text{mm}$ であったものが、 $R_{max}=0.01\text{mm}$ に飛躍的に向上し、かつ組立接合工程を適用することで工程コストが低減でき、製造工

程そのものも30%の時間短縮を見た。組立接合を用いた場合の蛇口を上水道に適用し、試用したところ、従来一体成型品と同様に機能し、かつ水漏れなどは一切無く、さらに水道蛇口内面が平滑であったために水垢などの付着物が蛇口内面に全く生成せず、水質の向上が見られた。なお、図5および図6に示した流体噴射ノズルおよび蛇口の液相拡散接合条件を表3に示した。この液相拡散接合条件は、すでに述べたように、接合箔と被接合材料の材質あるいは使用時の必要特性を考慮して適宜選択することができる。

【0021】

【表3】

表3. 液相拡散接合条件例

	接合温度	接合応力	保持時間
流体噴射ノズル	1150℃	3MPa	300秒
蛇口	1250℃	12MPa	35秒

【0022】

【発明の効果】

本発明は元来、一体成型によって製造する、内部の複雑かつ精密な管路を有する精密機械部品の製造を、簡易に製造可能な分割部品から、それらを液相拡散接合あるいは面接合を可能とする他の接合技術によって貼り合わせる工程を適用する事で、金属製精密機械部品の安価かつ効率的に製造する方法を提供するもので、産業の発展に寄与するところ極めて大なるものがある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

一体成型によって製造する機械部品を、その内部に有する管路を通過する面で分割した場合の分割部品形状を示す図で、特に流体噴射ノズルを示す図である。

【図2】

一体成型によって製造する機械部品を、その内部に有する管路を通過する面で

分割した場合の分割部品形状を示す図で、特に流体搬送路の蛇口の分割部品形状を示す図である。

【図3】

流体噴射ノズルの液相拡散接合による組立時の突き合わせ状態を模式的に、接合面に垂直な方向から示した図である。

【図4】

蛇口の液相拡散接合による組立時の突き合わせ状態を模式的に、接合面に垂直な方向から示した図である。

【図5】

流体噴射ノズルを液相拡散接合によって組立て、しかる後に実施する仕上げ加工部位を、部品の内外について示した図である。

【図6】

蛇口を液相拡散接合によって組立て、別途加工したディスク部品の形状と、その嵌合要領を示した図である。

【符号の説明】

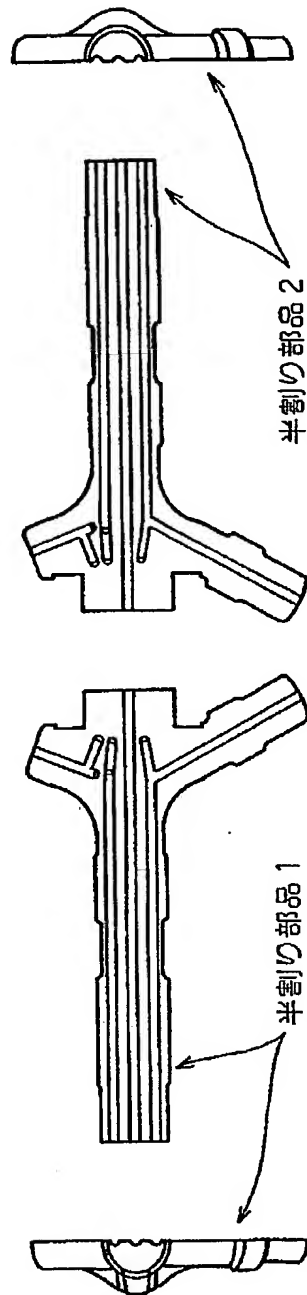
- 1 …流体噴射ノズルの半割部品
- 2 …流体噴射ノズルの半割部品
- 3 …流体搬送蛇口の半割部品
- 4 …流体搬送蛇口の半割部品
- 5 …蛇口の垂直構造物への固定ディスク部品

【書類名】

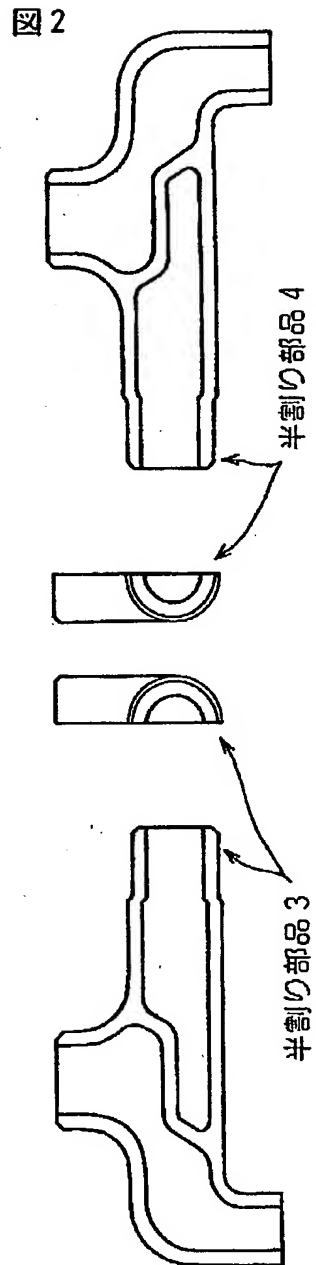
図面

【図1】

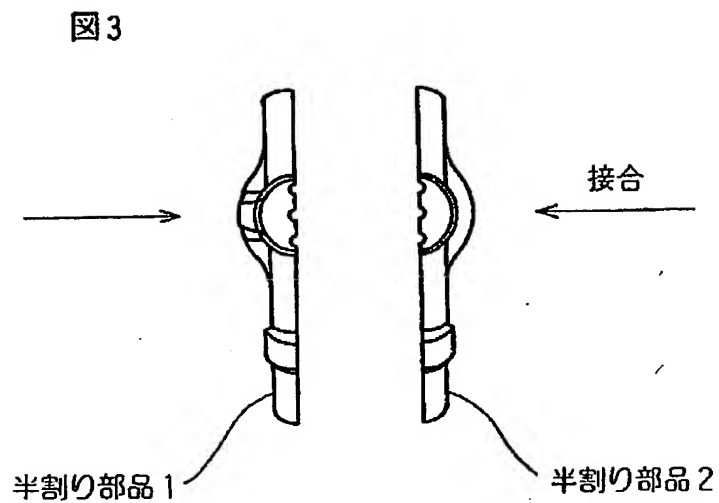
図1



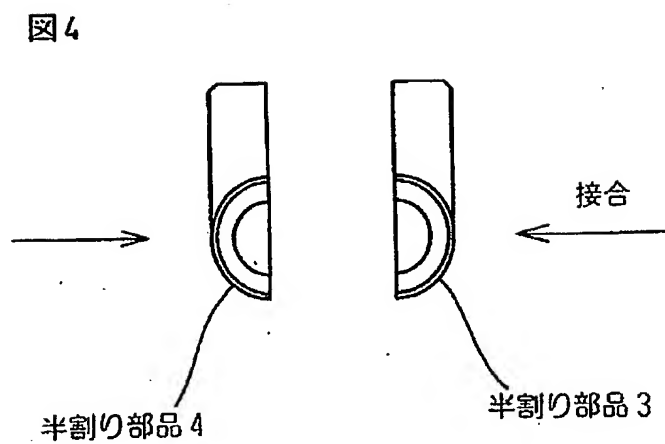
【図2】



【図3】



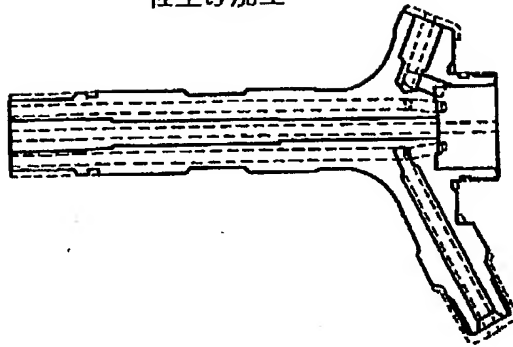
【図4】



【図5】

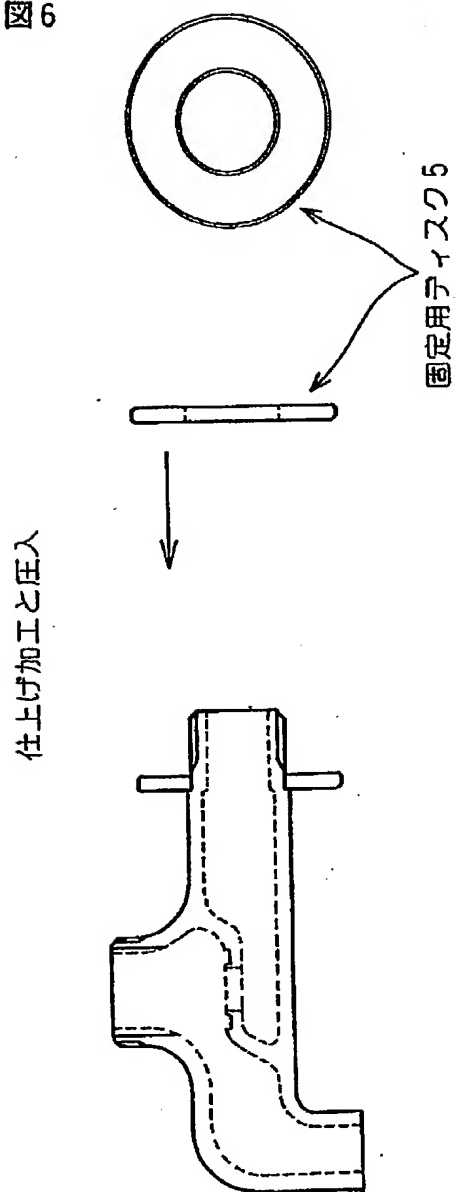
図5

仕上げ加工



【図6】

図6



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 内部の複雑かつ精密な流体搬送用あるいは重量軽減用の管路もしくは小型摺動部品のシリンダーを有する機械部品等の組立時の液相拡散接合による金属製精密機械部品とその製造方法を提供する。

【解決手段】 管路あるいはシリンダーの液体または気体の通過する搬送路を有する金属製精密機械部品の搬送路の軸方向の任意の面で複数に分割し、酸素：0.01%質量%以上の酸化雰囲気中で高周波誘導加熱による急速加熱による恒温保持炉で、次いで等温凝固後の冷却速度制御を行い接合継手を含む機械部品の一部または全部の機械的特性を確保する液相拡散接合金属製精密機械部品の製造方法。

【選択図】 図3

特2000-146581

出願人履歴情報

識別番号 {000006655}

1. 変更年月日 1990年 8月10日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
氏 名 新日本製鐵株式会社

特2000-146581

出願人履歴情報

識別番号 [593107672]

1. 変更年月日	1993年 4月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	岐阜県羽島市小熊町西小熊4005番地
氏 名	福寿工業株式会社